

# ***Biologia***

Ecologia

Organizadores

Paulo Takeo Sano

Lyria Mori

Elaboradores

Vânia Pivello

Sérgio Rosso

# 4

módulo

*Nome do Aluno* \_\_\_\_\_

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Governador: *Geraldo Alckmin*

**Secretaria de Estado da Educação de São Paulo**

Secretário: *Gabriel Benedito Issac Chalita*

**Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP**

Coordenadora: *Sônia Maria Silva*

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Reitor: *Adolpho José Melfi*

**Pró-Reitora de Graduação**

*Sônia Teresinha de Sousa Penin*

**Pró-Reitor de Cultura e Extensão Universitária**

*Adilson Avansi Abreu*

**FUNDAÇÃO DE APOIO À FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FAFE**

Presidente do Conselho Curador: *Selma Garrido Pimenta*

Diretoria Administrativa: *Anna Maria Pessoa de Carvalho*

Diretoria Financeira: *Sílvia Luzia Frateschi Trivelato*

**PROGRAMA PRÓ-UNIVERSITÁRIO**

Coordenadora Geral: *Eleny Mitrulis*

Vice-coordenadora Geral: *Sônia Maria Vanzella Castellar*

Coordenadora Pedagógica: *Helena Coharik Chamlian*

**Coordenadores de Área**

**Biologia:**

*Paulo Takeo Sano – Lyria Mori*

**Física:**

*Maurício Pietrocola – Nobuko Ueta*

**Geografia:**

*Sônia Maria Vanzella Castellar – Elvio Rodrigues Martins*

**História:**

*Kátia Maria Abud – Raquel Glezer*

**Língua Inglesa:**

*Anna Maria Carmagnani – Walkyria Monte Mór*

**Língua Portuguesa:**

*Maria Lúcia Victório de Oliveira Andrade – Neide Luzia de Rezende – Valdir Heitor Barzotto*

**Matemática:**

*Antônio Carlos Brolezzi – Elvia Mureb Sallum – Martha S. Monteiro*

**Química:**

*Maria Eunice Ribeiro Marcondes – Marcelo Giordan*

**Produção Editorial**

*Dreampix Comunicação*

Revisão, diagramação, capa e projeto gráfico: *André Jun Nishizawa, Eduardo Higa Sokei, José Muniz Jr. Mariana Pimenta Coan, Mario Guimarães Mucida e Wagner Shimabukuro*





***Cartas ao  
Aluno***



Carta da

---

## *Pró-Reitoria de Graduação*

Caro aluno,

Com muita alegria, a Universidade de São Paulo, por meio de seus estudantes e de seus professores, participa dessa parceria com a Secretaria de Estado da Educação, oferecendo a você o que temos de melhor: conhecimento.

Conhecimento é a chave para o desenvolvimento das pessoas e das nações e freqüentar o ensino superior é a maneira mais efetiva de ampliar conhecimentos de forma sistemática e de se preparar para uma profissão.

Ingressar numa universidade de reconhecida qualidade e gratuita é o desejo de tantos jovens como você. Por isso, a USP, assim como outras universidades públicas, possui um vestibular tão concorrido. Para enfrentar tal concorrência, muitos alunos do ensino médio, inclusive os que estudam em escolas particulares de reconhecida qualidade, fazem cursinhos preparatórios, em geral de alto custo e inacessíveis à maioria dos alunos da escola pública.

O presente programa oferece a você a possibilidade de se preparar para enfrentar com melhores condições um vestibular, retomando aspectos fundamentais da programação do ensino médio. Espera-se, também, que essa revisão, orientada por objetivos educacionais, o auxilie a perceber com clareza o desenvolvimento pessoal que adquiriu ao longo da educação básica. Tomar posse da própria formação certamente lhe dará a segurança necessária para enfrentar qualquer situação de vida e de trabalho.

Enfrente com garra esse programa. Os próximos meses, até os exames em novembro, exigirão de sua parte muita disciplina e estudo diário. Os monitores e os professores da USP, em parceria com os professores de sua escola, estão se dedicando muito para ajudá-lo nessa travessia.

Em nome da comunidade USP, desejo-lhe, meu caro aluno, disposição e vigor para o presente desafio.

Sonia Teresinha de Sousa Penin.

Pró-Reitora de Graduação.



Carta da

---

## *Secretaria de Estado da Educação*

Caro aluno,

Com a efetiva expansão e a crescente melhoria do ensino médio estadual, os desafios vivenciados por todos os jovens matriculados nas escolas da rede estadual de ensino, no momento de ingressar nas universidades públicas, vêm se inserindo, ao longo dos anos, num contexto aparentemente contraditório.

Se de um lado nota-se um gradual aumento no percentual dos jovens aprovados nos exames vestibulares da Fuvest — o que, indubitavelmente, comprova a qualidade dos estudos públicos oferecidos —, de outro mostra quão desiguais têm sido as condições apresentadas pelos alunos ao concluírem a última etapa da educação básica.

Diante dessa realidade, e com o objetivo de assegurar a esses alunos o patamar de formação básica necessário ao restabelecimento da igualdade de direitos demandados pela continuidade de estudos em nível superior, a Secretaria de Estado da Educação assumiu, em 2004, o compromisso de abrir, no programa denominado Pró-Universitário, 5.000 vagas para alunos matriculados na terceira série do curso regular do ensino médio. É uma proposta de trabalho que busca ampliar e diversificar as oportunidades de aprendizagem de novos conhecimentos e conteúdos de modo a instrumentalizar o aluno para uma efetiva inserção no mundo acadêmico. Tal proposta pedagógica buscará contemplar as diferentes disciplinas do currículo do ensino médio mediante material didático especialmente construído para esse fim.

O Programa não só quer encorajar você, aluno da escola pública, a participar do exame seletivo de ingresso no ensino público superior, como espera se constituir em um efetivo canal interativo entre a escola de ensino médio e a universidade. Num processo de contribuições mútuas, rico e diversificado em subsídios, essa parceria poderá, no caso da estadual paulista, contribuir para o aperfeiçoamento de seu currículo, organização e formação de docentes.

Prof. Sonia Maria Silva

Coordenadora da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas





# *Apresentação da área*

Antes de virar estas páginas, faça uma pausa...

Você se dá conta que, nesse exato momento, enquanto seus olhos percorrem cada letra deste texto, milhões de informações chegam até você pela retina? Pense nisso! Pense também que essas informações, para saírem do papel e alcançarem as células nervosas de seu cérebro, percorrem um caminho longo e fantástico! Caminho que pode começar muito antes do que a gente vê... Pode começar quando essa folha de papel era ainda uma árvore, que fazia parte de uma floresta, que por sua vez abrigava outras árvores e inúmeros animais... Você consegue enxergar tudo isso através dessas páginas? Sim? Não? Vamos ajudá-lo: é sobre essas coisas tão próximas de você que vamos falar aqui...

Você vai saber um pouco mais sobre a célula e seus componentes; sobre o funcionamento de cada uma e do organismo que elas compõem. Aprenderá a respeito de como os seres vivos se organizam e se distribuem nesse nosso planetinha azul. Vamos falar de plantas e de bichos, de vírus e bactérias, de fungos e do ser humano. Sim, do ser humano, de você inclusive! Como você funciona por dentro e por fora. Como suas ações podem ter resultados que vão muito além daqueles que se espera.

E já que falamos de resultados, esperamos que os seus, durante a vida, sejam os melhores! Estamos aqui para colaborar com isso... Porém, não se esqueça: depende muito mais de você! Nós, aqui, só vamos direcionar um pouco seu olhar para algumas coisas importantes, mas quem vai enxergar, de fato, é você! Portanto, não confie só no que está ao longo dessas páginas. Vá além! Leia muito! Jornais, revistas, coisas sobre ciências e sobre o mundo - afinal, ele é grande demais para caber em alguns fascículos! Não se esqueça que acumular conhecimento é o ganho mais efetivo que se pode ter: não se desgasta e ninguém nos tira!

Conte conosco durante essa tarefa. Pode estar certo: torcemos por você!



# *Apresentação do módulo*

Este módulo compõe-se de uma parte introdutória destinada à recordação de conceitos básicos, seguida de três unidades: “Populações e comunidades”, “A utilização dos recursos pelo homem” e “Principais biomas terrestres”.

Você vai notar que os temas são tratados numa ordem inversa à da maioria dos livros didáticos, pois os conceitos e processos ecológicos são desenvolvidos a partir de experiências e observações do nosso cotidiano, no próprio ecossistema urbano em que vivemos. Acreditamos que essa abordagem torne os assuntos mais familiares, facilitando a sua assimilação.

Muitos assuntos serão abordados pela resolução de exercícios em aula ou atividades extra-aula, apresentados em destaque no texto. Sua participação nessas ocasiões é fundamental, inclusive discutindo os tópicos com seus colegas: é aí que você vai assimilar e inter-relacionar os conceitos.



# Introdução

## **Os NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO EM ECOLOGIA: POPULAÇÕES, COMUNIDADES E ECOSISTEMAS**

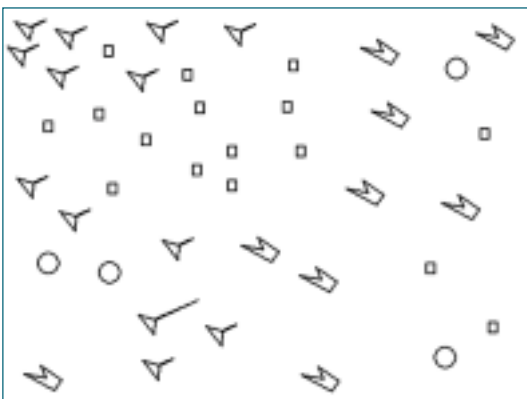
Começaremos discutindo o que é a Ecologia, para, em seguida, perceber qual é a importância de se entender os processos ecológicos.

A palavra “ecologia” foi usada pela primeira vez em 1869 e o conceito que representa foi aprimorado ao longo do tempo. Hoje, de uma forma simples, pode-se dizer que Ecologia é “o estudo científico das interações que determinam a distribuição e a abundância das espécies”.

Para entender a forma como os organismos se espalham por uma certa área e quais os fatores que determinam a quantidade de indivíduos de uma espécie, é necessário inicialmente conhecer as condições do meio em que vivem, bem como as relações desses indivíduos uns com os outros dentro da própria população. Também devem ser investigadas as relações entre indivíduos da espécie considerada e os das outras espécies com os quais convivem na comunidade.

### *Atividade 0.1*

A figura abaixo representa esquematicamente uma determinada área povoada por indivíduos de diferentes “espécies”. Observe-a e responda as perguntas:



- Quantas espécies estão representadas?
- Quantos indivíduos há na comunidade?
- Quantas populações há na área?
- Represente numa tabela a abundância de cada espécie.
- Considerando que a área tem  $14 \text{ m}^2$ , determine a densidade populacional de cada espécie.
- O que seria o ecossistema, nesse caso?

Organizadores  
Paulo Takeo Sano  
Lyria Mori  
Elaboradores  
Vânia Pivello  
Sérgio Rosso

O homem, como qualquer outro ser vivo, está inserido em certas condições ambientais, interage fortemente com o meio e com outras espécies, sejam elas microorganismos, vegetais ou outros animais. Vamos, então, iniciar nosso estudo de Ecologia reconhecendo como nós mesmos interagimos com o meio físico e com outras espécies.

Primeiramente, vamos delimitar a área ou espaço urbano em que você mora ou passa a maior parte do dia. Você é um indivíduo, pertencente à comunidade instalada na área.

Anote todos os organismos animais e vegetais que observou em seu espaço nos últimos dois dias. Complete a lista lembrando quantos indivíduos distintos de cada espécie apareceram. Qual a espécie mais abundante (dominante)? Quantas são as populações? Como você procederia para determinar a densidade populacional de cada espécie na área mencionada?

Os animais e plantas continuamente encontram problemas que devem ser solucionados quanto à sua relação com o meio e com outros indivíduos da comunidade. Procure se lembrar de alguns problemas ecológicos que você teve nos últimos dois dias, primeiro considerando apenas sua interação com o meio abiótico e depois considerando apenas sua relação com organismos de outras espécies com que convive. Você conseguiu resolvê-los? Como? Os problemas ecológicos que você reconheceu para si mesmo seriam problemas também para um cão ou gato? Em caso positivo, um animal teria como resolvê-los? Como ele faria?

Há algum problema relativo à sua sobrevivência na comunidade que você poderia resolver estabelecendo uma relação com um indivíduo de outra espécie? Por outro lado, você e outras pessoas com quem reparte o espaço poderiam ser considerados um problema para outras espécies da comunidade? Qual seria esse problema? As espécies afetadas podem resolvê-lo? Como? Em caso negativo, que consequência você prevê para as populações de tais espécies?

Após ter refletido sobre esses pontos, você concorda que os organismos serão tanto melhor sucedidos na natureza quanto mais adequadamente tenham resolvido as dificuldades na interação com o seu mundo abiótico e biótico?

As estruturas corporais e as ações envolvidas na solução de problemas específicos impostos pelo ambiente são chamadas *adaptações*. Organismos mais bem adaptados a um ambiente são os que apresentam as soluções mais eficientes para garantir sua sobrevivência. Se as adaptações são determinadas por genes, tornam-se hereditárias, passando de uma geração para outra. Torna-se então muito interessante para a espécie que soluções eficientes alcançadas por um indivíduo possam disseminar-se para outros indivíduos da população, de modo a aumentar também neles a chance de sobrevivência individual e da própria população.

Até aqui, você deve ter compreendido que as entidades ecológicas (indivíduos, populações, comunidades, ecossistemas) constituem, nessa ordem, uma hierarquia. Cada nível (chamado nível de organização) possui atributos específicos, que não se definem em outros níveis. Um exemplo: você pode determinar sua altura individual, mas não faz sentido pensar em altura da população; o correspondente populacional da altura individual é a altura média. Outro: a densidade populacional só se define numa população, não tendo correspondente nos níveis individual ou de comunidade. Mais um: você pode falar em número de espécies na comunidade, mas não tem sentido imaginar a mesma coisa para uma população isolada, já que aí todos os indivíduos são da mesma espécie.



Cada nível de organização envolve processos ou mecanismos particulares: os indivíduos nascem, respiram, se locomovem, excretam resíduos, crescem, adoecem, morrem. As populações podem “nascer” e “crescer” a partir da reprodução de alguns indivíduos iniciais. O crescimento aí corresponde ao aumento do tamanho da população, ou seja, do número de indivíduos. O tamanho de uma população também pode reduzir-se gradualmente até sua extinção: populações também “morrem”. Uma comunidade “nasce” (a partir de indivíduos de diferentes espécies que invadem um novo ambiente ainda desabitado), “cresce” (aumentando a diversidade – número de espécies ou populações) e pode até se extinguir. Vemos, então, que as entidades ecológicas “funcionam”, isto é, têm uma fisiologia própria. O tamanho das populações, por exemplo, se mantém ao longo do tempo às custas do equilíbrio entre forças negativas (mortalidade e emigração de indivíduos) e positivas (natalidade e imigração). As características das comunidades refletem o efeito conjunto das condições abióticas e das interações entre organismos das populações que as compõem. Por fim, um ecossistema em funcionamento apresenta dois processos cruciais: o fluxo energético, e a ciclagem de materiais, geralmente chamada de ciclagem de nutrientes. Em decorrência desses processos, o meio afeta os seres vivos, e estes também afetam o meio. Sabe-se hoje que nossa atmosfera só apresenta O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> graças à atividade vital de organismos no passado.

Assim como ocorre nos sistemas físicos, a manutenção dos sistemas biológicos, em todos os níveis de organização, também requer energia. Quanto mais complexa for a organização dos sistemas, mais energia será requerida para manter sua integridade. É importante notar que, sendo essa energia essencialmente química (está nas ligações entre os átomos nas moléculas), não pode ser dissociada dos materiais em que reside.

## **O SIGNIFICADO ENERGÉTICO DA MATÉRIA**

Uma das noções mais importantes sobre funcionamento de ecossistemas é a de que matéria pode significar energia, *desde que convenientemente tratada*. Imagine o que sentiria um homem perdido num lugar gelado, apenas com uma caixa de fósforos no bolso, ao encontrar uma pilha de lenha seca? Agora, imagine o que ele sentiria se não tivesse os fósforos. Por que o significado da lenha é tão diferente, dependendo se a pessoa tem ou não os fósforos?

Disponer dos fósforos é poder atear fogo à madeira, garantindo um suprimento de calor essencial para sobreviver por mais tempo; sem eles, a lenha não passa de uma porção de matéria inútil. Então, a liberação da energia da lenha, na forma de calor, depende de um tratamento especial – no caso, a reação de queima ou combustão da madeira desencadeada a partir dos fósforos.

O homem perdido, com os fósforos, *olhou* a lenha mas *viu* o calor que ela poderia lhe trazer. Sem os fósforos, ele só poderia olhar a pilha de madeira, percebendo a impossibilidade de *extrair* daí o calor tão desejado. Como se sabe, a energia não se cria; ela apenas se converte de uma forma para outra. No caso da lenha, a energia já está no material desde o início, apenas sendo liberada quando passa da forma química para a forma térmica (calor).

## **O QUE É, ENTÃO, A ENERGIA QUÍMICA?**

É consenso que, para organizar uma coisa, gasta-se energia. A ordem tem um preço – mantê-la exige trabalho e energia é o que pode produzir trabalho. Em geral, quanto mais complexo for um sistema, mais energia terá que estar

disponível para mantê-lo nesse estado. Ora, as próprias moléculas das substâncias orgânicas são unidades muito bem organizadas, mantidas assim às custas das ligações químicas entre seus átomos. Destruir essas ligações é destruir a organização molecular, já que os átomos se separam. Pois é justamente aí que a energia (química) que mantém a molécula íntegra se transfere para o ambiente, podendo fazê-lo de diferentes formas – entre elas, calor e até mesmo luz.

Voltemos ao exemplo da lenha. Seus constituintes orgânicos – e não esqueçamos que as moléculas orgânicas geralmente são mais complexas que as inorgânicas – são estruturados com base em ligações entre átomos de Carbono, Oxigênio e Hidrogênio. Durante a reação de combustão com o  $O_2$  (gás oxigênio), as ligações entre os carbonos (C) da matéria que está sendo queimada se quebram e estes são liberados na forma de  $CO_2$  (gás carbônico), CO (gás monóxido de carbono), ou ainda C (carvão – ou fuligem). Os átomos de hidrogênio são liberados em associação com átomos de oxigênio, na forma de moléculas de água. Na reação de combustão, a energia química que mantinha as ligações que se quebraram é liberada como calor. Parte do calor é captada pelas moléculas do ar, que pode até ficar incandescente. Aí temos a própria natureza do fogo. O homem perdido do nosso exemplo deseja apenas captar uma parte desse calor, de preferência a maior possível; o restante se dissipa para o ambiente.

Os materiais que liberam energia em reações de combustão são chamados *combustíveis*. Todos vemos nos combustíveis não as substâncias em si, mas principalmente a energia que eles podem oferecer.

Agora passemos aos seres vivos. A combustão não é a única forma de quebrar ligações químicas de moléculas orgânicas. Há certos processos bioquímicos, bem mais lentos e complexos, que dão o mesmo resultado e por isso são, algumas vezes, considerados como formas de “queima” biológica. Trata-se dos processos de respiração celular e fermentação.

O nosso amigo friorento podia usar os *fósforos* para degradar *lenha* e, assim, obter *calor* para *aquecer* o corpo. Os seres vivos executam a *respiração celular* (ou apenas a fermentação) para degradar *matéria orgânica* do seu corpo e obter *energia química* para *manter íntegro o complexo de reações a que chamamos metabolismo*. Quando você cresce ou engorda, uma parte do novo material adicionado já fica disponível para a respiração celular, que fará com que você possa continuar com seu metabolismo normal e, portanto, vivo.

Neste ponto, você já deve ter concluído que as transferências de energia de um organismo para outro, e entre os organismos e o meio, se fazem simultaneamente com transferências de matéria. Essas transferências de matéria e energia que se estabelecem num ecossistema iniciam-se quando as plantas *sintetizam* matéria orgânica a partir de compostos minerais do meio abiótico (fotossíntese – são autótrofas). Esse processo se completa à medida que organismos vivos ou mortos são total ou parcialmente incorporados por animais, fungos e bactérias: por serem incapazes de sintetizar a matéria orgânica de que necessitam (organismos heterótrofos), esses seres se alimentam a partir de outros, consumindo matéria orgânica externa.

### Resumindo

*Independentemente de qual seja o mecanismo fornecedor de matéria orgânica, em qualquer ser vivo, essa matéria servirá não só para a construção do corpo, mas também como “combustível”, destinado a liberar a energia química necessária para manter o metabolismo em ação. Neste último caso, a matéria orgânica é degradada, passando para a forma inorgânica, através dos processos bioquímicos de respiração celular e fermentação.*

## Unidade 1

# Populações e comunidades

Organizadores  
Paulo Takeo Sano  
Lyria Mori  
Elaboradores  
Vânia Pivello  
Sérgio Rosso

### **CARACTERÍSTICAS E DINÂMICA DAS POPULAÇÕES**

Como vimos, as populações, assim como os indivíduos, têm atributos próprios. Entre eles, destacam-se a *estrutura etária* e o *modo como os indivíduos se distribuem no espaço e no tempo*, além da *abundância* e da *densidade populacional*. A *variabilidade genética* de uma população é também um fator muito importante, que vai influir no potencial de adaptação dessa população a eventuais modificações do meio em que ela vive.

A *estrutura etária* nada mais é do que a maneira como as faixas de idade estão representadas no total de indivíduos da população. Essa estrutura pode ser descrita por pirâmides etárias.

#### **Atividade 1.1**

Vamos descrever a estrutura etária da população que mora na sua vizinhança. Inicialmente, determine o roteiro que você vai seguir na pesquisa: pode ser toda a sua rua, uma parte dela, o seu quarteirão etc. Digamos que você tenha preferido esta última opção. Vá de residência em residência perguntando quantas pessoas moram ali e quais as suas respectivas idades e sexo, até registrar pelo menos uma centena de idades de pessoas. Feito isso, vamos estabelecer as classes de idade. Considerando que as pessoas mais velhas em nosso meio dificilmente passam dos 100 anos de idade, uma boa opção é criar classes de 10 anos: 0 a 9, 10 a 19, 20 a 29, 30 a 39, e assim por diante, até a última classe que é de 90 a 99 anos. Faça a contagem de quantas pessoas se situam em cada classe, preenchendo a tabela 1.1. Agora, individualmente ou com o auxílio do professor, construa a pirâmide etária.

Você deverá analisar a sua pirâmide, comparando-a com as pirâmides etárias das populações humanas da Suécia e de Moçambique, da figura 1.1. Veja que na Suécia as classes de idade estão mais ou menos igualmente representadas (e por isso ela é quase retangular), enquanto que em Moçambique, há um forte estreitamento de uma classe para a seguinte (e a pirâmide é bem triangular). Compare a sua pirâmide com as apresentadas aqui e discuta com o professor e com seus colegas o que você observar.

TABELA 1.1

Classe etária (anos)	Número de casos
0 – 9	
10 – 19	
20 – 29	
30 – 39	
40 – 49	
50 – 59	
60 – 69	
70 – 79	
80 – 89	
90 a 99	



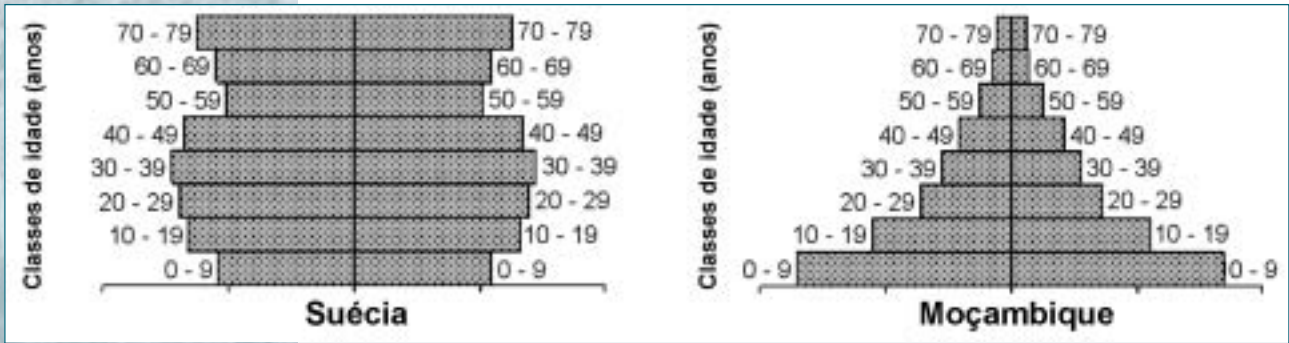


Figura 1.1: Pirâmides etárias das populações da Suécia, um dos países mais desenvolvidos do mundo, situado no Norte da Europa, e de Moçambique, um país subdesenvolvido da África. Os números indicam as categorias de idade nos diversos níveis; as quantidades representadas nos níveis são percentuais.

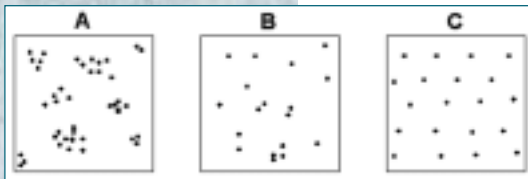


Figura 1.2: Tipos básicos de dispersão. A – agregada; B – ao acaso ou aleatória; C – uniforme. Os pontos negros representam os indivíduos na área.

Um outro importante atributo populacional é o tipo de distribuição espacial ou dispersão. A distribuição espacial é decorrência direta de como se dá o “espalhamento” dos indivíduos dentro da área total ocupada pela população. O padrão de dispersão pode resultar de uma estratégia biológica, mas também pode decorrer do modo como estão dispersos os recursos do ambiente.

Há três padrões principais de dispersão dos indivíduos no espaço: agregada, aleatória e uniforme (figura 1.2). A dispersão agregada ocorre quando vários indivíduos são atraídos para porções específicas do ambiente, ou quando um indivíduo atrai outros indivíduos junto a si, formando grupos. A dispersão ao acaso se dá quando há uma probabilidade igual de um indivíduo ocorrer em qualquer ponto do espaço, independentemente da posição dos demais indivíduos. E a dispersão regular ou uniforme ocorre quando cada indivíduo tende a repelir ou eliminar outro indivíduo próximo, ficando então os indivíduos mais homogeneamente espaçados do que se esperaria por acaso.

### Atividade 1.2



Muitas tribos indígenas possuem o padrão de distribuição de suas ocas (tendas) conforme o esquema ao lado. Qual é esse tipo de dispersão? Que tipo você espera encontrar num ambiente urbano? Se você considerar diferentes bairros desse ambiente urbano, ou seja, mudar sua *escala de observação*, espera encontrar diferenças entre eles na distribuição das casas? Que tendência é esperada na distribuição da população em bairros de diferentes níveis sociais? Como a distribuição populacional pode afetar a obtenção de matérias-primas pelos indivíduos?

A *abundância* expressa diretamente o tamanho da população, em termos do seu número total de indivíduos. Essa noção, entretanto, nem sempre é suficiente. Por exemplo: você diria que uma população de 30 pessoas vivendo numa residência é exageradamente grande? Daria para afirmar que há um sério problema de espaço? Reparou que para responder a esta última pergunta falta uma informação? E qual seria ela?

Perceba que falta saber qual o tamanho da residência. Se for uma mansão, é possível até que as pessoas nem se encontrem todos os dias, cada uma em seu próprio quarto. Mas, se for uma casa de 3 cômodos, fica todo mundo amontoado.

Uma medida de como os indivíduos ficam “amontoados” é a chamada *densidade populacional*, que inclui mais informações que a abundância pura e simples. O tamanho populacional refere-se ao número de indivíduos e a densidade associa esse número à área (ou volume, para os organismos aquáticos) por eles ocupada. Como vimos, os aumentos e reduções na densidade de uma população, que determinam a *dinâmica populacional*, podem ser devidos a quatro fatores: natalidade, imigração, mortalidade e emigração. A interação desses fatores determina o *crescimento populacional*.

As variações do tamanho ou da densidade populacional ao longo do tempo podem ser representadas graficamente, através das curvas de crescimento populacional, e é comum o crescimento de uma população seguir certo padrão.

Iniciemos pensando numa espécie que só se reproduz por bipartição, que ocorre a cada hora. Consideremos que não haja mortes nem movimentos migratórios. Nesse caso, partindo de cem indivíduos e acompanhando o tamanho da população nas dez horas seguintes, observaremos algo como o gráfico da figura 1.3. Esse é um tipo de crescimento em progressão geométrica. Nele é fácil prever o crescimento explosivo da população após seis a oito horas.

Esse tipo de crescimento *sem limite* algum, além da capacidade proliferativa da espécie, não é comum na natureza. Pelo menos não dessa forma. Ele é apenas o que deveríamos esperar em condições ótimas e, por isso, o chamamos de *potencial biótico*.

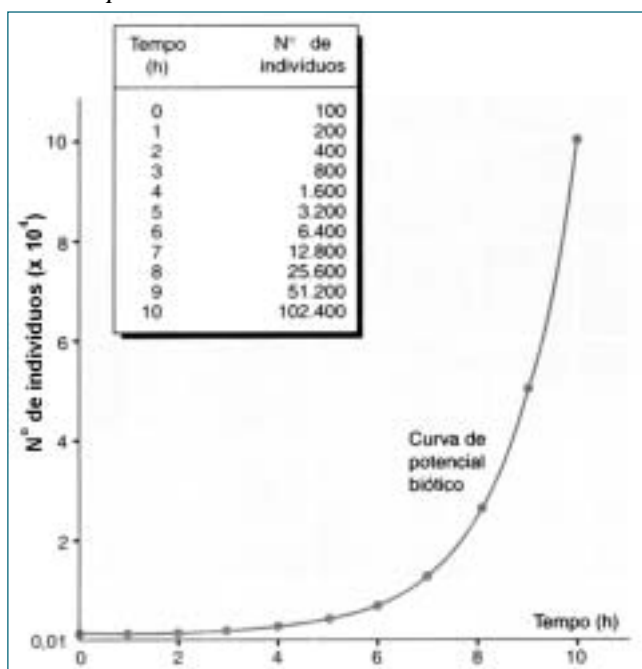


Figura 1.3 (esq.): Curva do potencial biótico para uma população de microorganismos cujo índice de mortalidade é zero no período considerado, e na qual a população duplica a cada hora. Esse tipo de crescimento populacional na forma da letra J caracteriza os casos em que não há limitação de recursos.

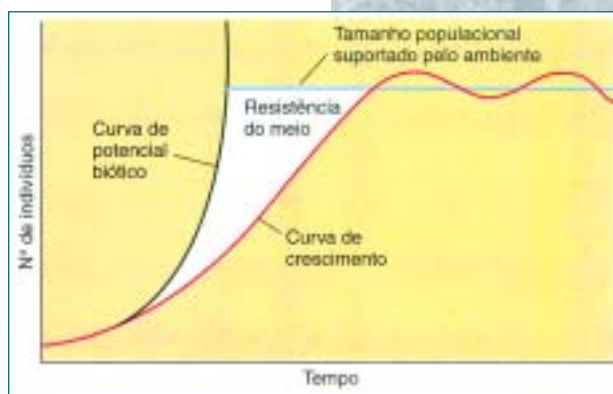


Figura 1.4: Curva de crescimento de uma população a partir de poucos indivíduos iniciais. O aspecto da curva resulta da interação entre o potencial biótico da espécie e a resistência do meio. Note que, no final, o número de indivíduos oscila em torno daquele que é suportado pelo ambiente, ou seja, a população tem o seu tamanho regulado pela capacidade de suporte do meio ambiente.

Relembrando as noções sobre energia, vimos que os seres vivos necessitam de energia para sobreviver e que eles a obtêm pela degradação de matéria orgânica. Assim, o total de indivíduos de uma população depende de quanto o ambiente oferece em termos de recursos energéticos: um ambiente pobre, com solo pouco fértil e pouca água, não pode “carregar” populações muito grandes de indivíduos, pois não oferece a energia necessária para manter todos vivos. Na prática, pode-se dizer que a limitação de recursos no ambiente, ou a inabilidade dos organismos em explorar os recursos disponíveis, já impõe um limite máximo para as populações das espécies presentes. Essa “resistência” do ambiente em permitir a continuação do crescimento populacional além de um certo limite fica tanto mais forte quanto mais o tamanho populacional se aproxima do crítico, a que chamamos *capacidade de carga* ou *capacidade de suporte do meio*. Uma das possibilidades é a estabilização do tamanho da população ao longo do tempo (população em equilíbrio) – ver a figura 1.4. Outra possibilidade é o colapso da população, com grande mortandade de indivíduos.

No início deste século, a fim de preservar o crescimento da população de veados num planalto do Arizona, nos Estados Unidos, promoveu-se uma caçada impiedosa aos seus predadores: pumas, coiotes e lobos. Na figura 1.5, a linha contínua indica o tamanho real da população de veados no período de algumas décadas; a linha pontilhada indica a expectativa quanto ao cresci-



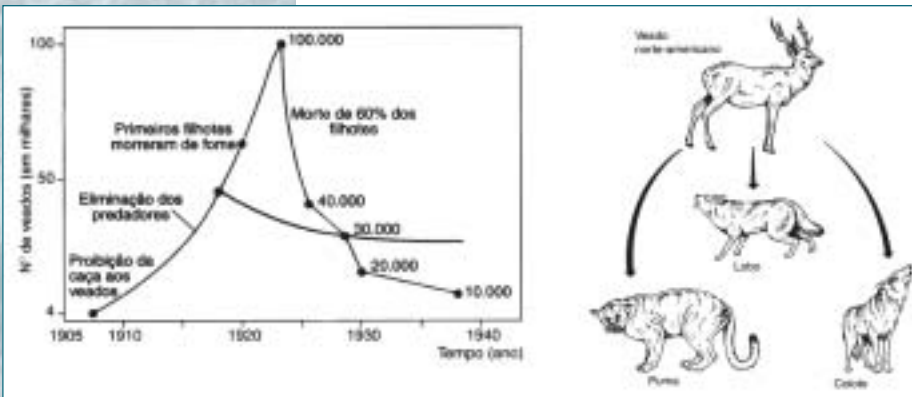


Figura 1.5: No gráfico abaixo, a linha contínua mostra o crescimento real da população de veados numa planície do Arizona, Estados Unidos. O período estudado inclui a proibição da caça de veados e também uma campanha de combate aos seus predadores naturais (desenho à direita). Se seus predadores não tivessem sido eliminados, a expectativa era de que o tamanho da população seguisse a linha pontilhada, estabilizando-se em torno de 20.000 indivíduos.

Cada caso é um caso, dependendo de como se apresentam as taxas de natalidade e imigração, e de mortalidade e emigração. Mas como será o caso da população humana? Observe a figura 1.6, com a curva de crescimento da população humana mundial ao longo do tempo. Por acaso a população humana é tão especial para que o ambiente ofereça a ela recursos sem limites? A forma da curva sugere que nossa população está com alguma tendência ao equilíbrio, conforme a figura 1.4? Observe a parte inicial da curva da figura 1.4 e note que ela tem a forma de J, característica do crescimento descontrolado. Note também como foi repentino e intenso o colapso da população. Se tomarmos as situações das figuras 1.4 e 1.5, qual representa um futuro mais promissor para nós? O que precisaria ocorrer para garantir que esse seja o nosso caso? Em outras palavras: como podemos evitar que aconteça conosco o que ocorreu com os veados do Arizona?

Neste ponto, você já está preparado para analisar eventos registrados em curvas de dinâmica populacional. Já deve ter incorporado o significado de potencial biótico, de capacidade de suporte e de resistência do meio, conseguindo distinguir uma situação já regulada pela resistência do meio de outra situação, de crescimento descontrolado.

### Atividade 1.3

Vamos interpretar a curva de crescimento populacional humano, apresentada na figura 1.6. Procure levantar quais teriam sido os fatores biológicos ou históricos mais importantes que influenciaram as taxas populacionais, determinando diferentes fases de crescimento.

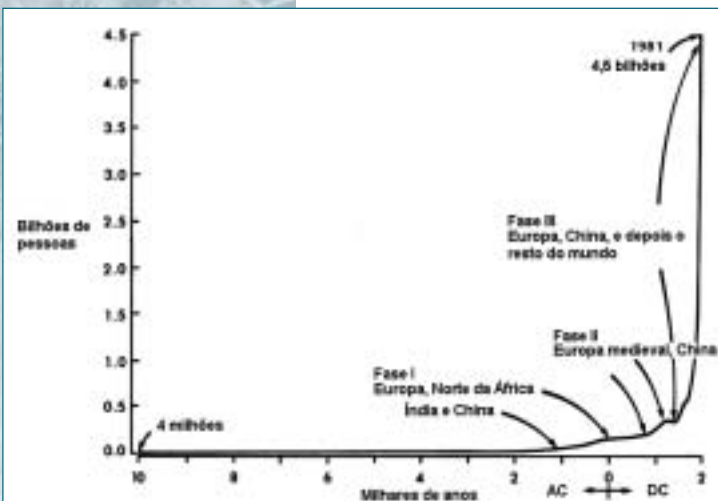


Figura 1.6: Crescimento da população humana mundial nos últimos 12 mil anos. Durante cerca de 8 mil anos, o número de pessoas da população humana foi mais ou menos estável. Há 3 pulsos de crescimento, caracterizando as 3 fases marcadas no gráfico. A fase I coincidiu com a era do ferro na Europa e o desenvolvimento das civilizações antigas (Egito, Grécia, Roma, Índia e China). A fase II correspondeu ao desenvolvimento da agricultura medieval europeia e chinesa. A fase III iniciou-se com a expansão da civilização europeia, caracterizada pela modernização dos meios de produção, desenvolvimento da medicina e de estratégias de prevenção de numerosas doenças.

determinantes do crescimento populacional?

Agora, vamos pensar um pouco mais sobre o funcionamento dos indivíduos de qualquer população. A manutenção dos processos químicos internos,



dos quais depende a normalidade de toda a interação dos organismos com o ambiente, exige uma quantidade mínima de recursos, obtidos do ambiente. Se faltar um fator essencial (energia ou matéria-prima) para algum processo metabólico, ele fica limitado. Dizemos então que, por estar em disponibilidade abaixo do limite mínimo aceitável, o fator em questão é um fator limitante.

Os exemplos são inúmeros. Uma planta precisa de água para fazer fotossíntese e crescer. Se a água for escassa no ambiente, a taxa fotossintética cairá e diminuirá também toda a produção de novas estruturas, como folhas, caules, raízes e, principalmente, estruturas reprodutivas. Se considerarmos essa restrição em todas as plantas de uma população, a falta de água estará limitando também o crescimento populacional, pois os indivíduos estarão produzindo menos sementes ou sementes com menos reserva e, portanto, menos viáveis.

Como você notou, nós passamos da análise em nível individual – com um processo fisiológico corporal limitado – para a redução da taxa de natalidade no nível populacional. Podemos então dizer que a falta de água será um dos fatores da resistência do meio, limitando a população de plantas.

Em animais, a disponibilidade de proteínas na dieta é fundamental para a construção de mais matéria corporal e, portanto, para o desenvolvimento e crescimento. Os carboidratos, também importantes, são utilizados como fonte de energia para a manutenção do funcionamento corporal. Uma dieta rica em carboidratos é capaz de manter o corpo de uma pessoa funcionando por um bom tempo, mas é insuficiente para garantir seu crescimento. Você já ouviu dizer que, em populações humanas com carência nutricional protéica, os indivíduos podem apresentar corpo mais reduzido e um certo grau de retardo mental, que pode até tornar-se irreversível?

Em síntese, a não existência de fatores em condição limitante para os indivíduos é crucial para o sucesso da população no ambiente. Quando as limitações começam a ocorrer, também as relações entre os indivíduos vão se modificando. Isso se dá de modo que uma certa parte da população ainda tem sucesso, em detrimento dos indivíduos que, por não conseguirem recursos em quantidade suficiente para si, tendem a desaparecer mais facilmente.

Diariamente os indivíduos de todas as espécies “procuram” resolver do modo mais eficiente possível os problemas relacionados à aquisição de recursos. Em muitos casos, o estabelecimento de relações mais ou menos estritas entre indivíduos de uma ou mais espécies leva a um aumento na eficiência da captação de recursos por, pelo menos, uma das partes envolvidas. Há tipos bem diferentes de relações entre os seres vivos, que podem ser classificadas em duas categorias: *harmônicas* ou *desarmônicas*. Nas relações harmônicas nenhuma das partes é prejudicada, enquanto nas relações desarmônicas pelo menos uma delas é

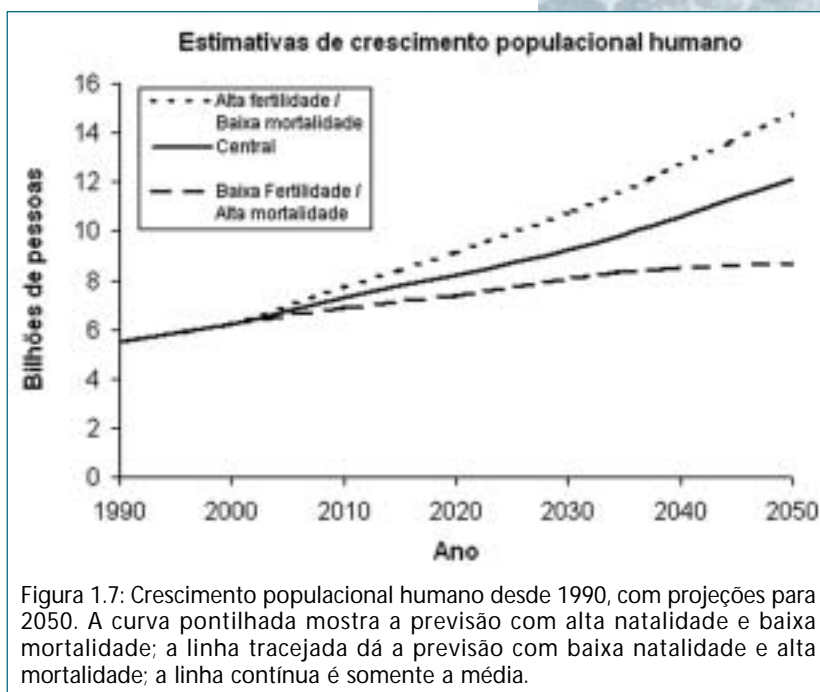


Figura 1.7: Crescimento populacional humano desde 1990, com projeções para 2050. A curva pontilhada mostra a previsão com alta natalidade e baixa mortalidade; a linha tracejada dá a previsão com baixa natalidade e alta mortalidade; a linha contínua é somente a média.

prejudicada. Você vai ver que sua habilidade em diferenciar os diversos tipos de relações biológicas dependerá da percepção sobre o custo e o benefício para cada uma das partes envolvidas. Uma dica é pensar em termos da dinâmica das populações envolvidas. Sempre que, como resultado da relação, uma das populações crescer mais rapidamente, então ela é dita beneficiada. Isso pode ocorrer seja pelo aumento da taxa de natalidade ou da taxa de imigração, seja pela redução da taxa de mortalidade ou da taxa de emigração.

### Atividade 1.4

Com o auxílio do seu professor, preencha a tabela abaixo, escrevendo o conceito e um exemplo de cada uma das relações listadas.

Relações desarmônicas	Predação (+/-)	
	Parasitismo (+/-)	
	Competição intra-específica (-/-)	
	Competição inter-específica (-/-)	
	Amensalismo	
Relações harmônicas	Comensalismo (+/0)	
	Inquilinismo (+/0)	
	Protocooperação (+/+)	
	Mutualismo (+/+)	

Agora é o momento de identificar os tipos de relações acima em situações diversas. Leia atentamente as passagens abaixo, reconhecendo qual seria a relação envolvida e justifique. Não esqueça: pense na consequência da interação para a sobrevivência das partes envolvidas.

1) Numa fazenda, parte do rendimento do proprietário serve para manter um grupo de cães, alimentando-os e protegendo-os contra doenças. Não se trata obrigatoriamente de amor pelos animais – o fazendeiro se sente bem recompensado com a redução nos roubos de gado devido à guarda do perímetro pelos cães.

2) Uma senhora mora com a família de sua filha perto de uma praça, de onde vem recolhendo cães que são abandonados. Atualmente ela está à beira do desespero: o espaço tornou-se insuficiente para manter as pessoas e tantos cachorros, muitos bem crescidos e já acasalando. E o pior é que vários entram na cozinha e roubam os bifos que estão na pia: não sobra nada para os moradores. Ah, a casa da pobre senhora foi assaltada cinco vezes neste ano...

3) Os vizinhos viam nela uma pessoa singela. Todas as manhãs tomava seu café e, ao terminar, infalivelmente agitava a toalha de mesa no gramado do quintal. Passarinhos de várias espécies vinham aos montes para disputar as migalhas de pão e um ou outro resto de fruta. Embora ocorresse uma ou outra briga entre eles, no mais das vezes os pássaros enchiam o ambiente e o coração dela com seu canto e harmonia.

## CARACTERÍSTICAS E DINÂMICA DAS COMUNIDADES

Nem os organismos nem as populações existem isoladamente na natureza; na realidade, são sempre integrantes de associações de espécies que interagem com o meio abiótico e também entre si, através das várias modalidades de relações bióticas que já vimos.

Como você já sabe, comunidade é qualquer conjunto de populações de organismos vivos numa determinada área e que interagem entre si. Essa defi-

nição é abrangente no que se refere à área, permitindo chamar de comunidade desde o conjunto de organismos vivendo no cadáver de um rato morto até todas as plantas, animais ou organismos em geral presentes numa floresta tropical. Na natureza, podem ser identificadas hierarquias de ambientes e também de comunidades, freqüentemente incluídos uns nos outros. Na biota de um bosque se encontram as árvores, cada qual povoada por uma infinidade de organismos, por sua vez distribuídos em blocos: nas copas ficam os mamíferos arborícolas, aves e insetos comedores de folhas; sobre as cascas dos troncos vivem muitas espécies de insetos; nas reentrâncias onde se acumula água são comuns as larvas de mosquitos, pequenos crustáceos, muitos protozoários e outros organismos; o intestino de um mamífero como o veado é ele próprio o ambiente de toda uma fauna e flora de microorganismos associados.

Muitos ecologistas, geólogos e botânicos têm procurado incluir no conceito de comunidade alguma idéia sobre como ela opera. Do mesmo modo que ocorre nos indivíduos e populações, também as comunidades exibem ao longo do tempo uma tendência à auto-regulação. Essa capacidade de auto-regulação chama-se homeostase. As comunidades se apresentam com uma série de atributos que não se referem às espécies isoladamente, definindo-se apenas no nível de comunidade. Destacam-se, entre outros atributos descritivos da comunidade: diversidade específica, abundância relativa das espécies, dominância e estrutura trófica.

Poderíamos dizer: numa comunidade que apresenta certa diversidade específica, ou seja, um certo número de espécies, podemos notar que algumas de suas populações se apresentam com maior quantidade de indivíduos, enquanto outras são mais rarefeitas. Em alguns casos, uma ou duas espécies representam a maior parte dos indivíduos da comunidade, enquanto todas as demais espécies estão representadas apenas por poucos indivíduos. O atributo da comunidade que descreve esse contraste é a dominância. Comunidades de alta dominância mostram grandes diferenças entre as abundâncias relativas das espécies, ou seja, a proporção do número de indivíduos de cada uma em relação ao número total. Considerando que a comunidade apresenta um funcionamento próprio, o mais importante é analisar o papel de cada uma das populações no conjunto, mais ou menos como seria analisar o papel de cada órgão no corpo de um indivíduo. Cada espécie tem suas características próprias: algumas são herbívoras, outras carnívoras, e outras ainda produzem sua própria matéria orgânica. Como a própria definição da comunidade e de ecossistema envolve a transferência de energia e de matéria, então um dos atributos mais importantes da comunidade é a sua estrutura trófica, ou seja, como se relacionam seus componentes do ponto de vista da nutrição.

Dependendo do modo de atuar na comunidade, ou seja, dependendo de seu *nicho ecológico*, os organismos podem ser classificados em categorias chamadas *níveis tróficos*. Vamos pensar na fotossíntese e na respiração como processos que se integram de modo cíclico: o material liberado na fotossíntese é exatamente o necessário para a respiração e vice-versa. Já a energia é captada na forma de luz, convertida para a forma química e finalmente dissipada na forma de calor, quando já usada para manter o trabalho celular. Este processo tem um significado muito importante: no ecossistema, a matéria recicla enquanto a energia flui.

Todos os seres vivos necessitam matéria orgânica, porém apenas os organismos autótrofos (basicamente as plantas verdes) são capazes de produzi-la a partir de compostos inorgânicos – é por este motivo que todas as plantas se incluem no nível trófico dos produtores. Os animais, por outro lado, necessitam



incorporar matéria orgânica inicialmente fabricada pelos produtores – são chamados consumidores. É bem verdade que os consumidores são diferentes entre si: existem os consumidores que se alimentam diretamente das partes das plantas, mas também aqueles que comem os animais que se alimentam das plantas, e até mesmo aqueles que se alimentam desses últimos. Então, fica claro que há uma seqüência de consumidores: primários, secundários, terciários e assim por diante. O último elo da corrente corresponde aos carnívoros de topo.

Até aqui podemos dizer que os vegetais produzem a matéria orgânica e que os animais a transformam em seus próprios constituintes orgânicos. No entanto, a coisa não termina aí: há uma terceira categoria de organismos que desempenham papel primordial no funcionamento do ecossistema. Ora, nós já vimos que os corpos dos organismos são um “depósito de energia”. Ao morrerem, essa energia permanece na estrutura química dos corpos mortos. Os organismos chamados decompositores são especializados em processar a matéria orgânica morta, ainda com a energia química nas suas ligações moleculares, e dela retirar compostos e energia de que necessitam (entre os decompositores incluem-se seres tanto autotróficos quanto heterotróficos, geralmente bactérias, fungos e muitos outros tipos de organismos cuja ação conjunta acaba por destruir toda a matéria orgânica remanescente, passando-a para o estado inorgânico).

A estrutura trófica de uma comunidade é normalmente descrita por meio das pirâmides ecológicas, da teia alimentar ou ainda das principais cadeias alimentares. Nas pirâmides, cada um dos níveis, ou degraus, tem o seu tamanho proporcional a uma certa quantidade de organismos, matéria ou energia. No caso das pirâmides tróficas, cada degrau representa um nível trófico e seu tamanho é proporcional ao número de indivíduos, à biomassa, à energia, ou a qualquer outro indicador da quantidade total de integrantes do nível. Por exemplo: toda a massa vegetal de uma comunidade corresponde ao nível trófico dos produtores num certo momento e pode ter destinos diferentes: uma parte dela é consumida para liberar a energia necessária à manutenção do metabolismo dos próprios vegetais nesse período. Uma outra parte fica integrada na estrutura das plantas. Uma última parte fica estocada em certos órgãos vegetais, como material de reserva. Quando um animal come uma planta, ele nunca irá incorporar toda a energia que foi assimilada no processo fotossintético. E se ele comer

apenas uma parte da planta e ela morrer, a matéria restante e sua energia ficarão disponíveis para os decompositores.

Observe a figura 1.9. Ela representa conceitos muito importantes em Ecologia: teia e cadeia alimentar. A cadeia alimentar é, na verdade, uma parte de uma teia alimentar. Nesta figura, cada seta representa a expressão “...serve de comida para...”. Observe que um tipo de organismo pode servir de comida para vários

outros, assim como um tipo de organismo pode se alimentar de vários itens diferentes. Se todos os componentes da comunidade forem bastante diversificados quanto à dieta, ou seja, onívoros, então o esquema passa a ser muito

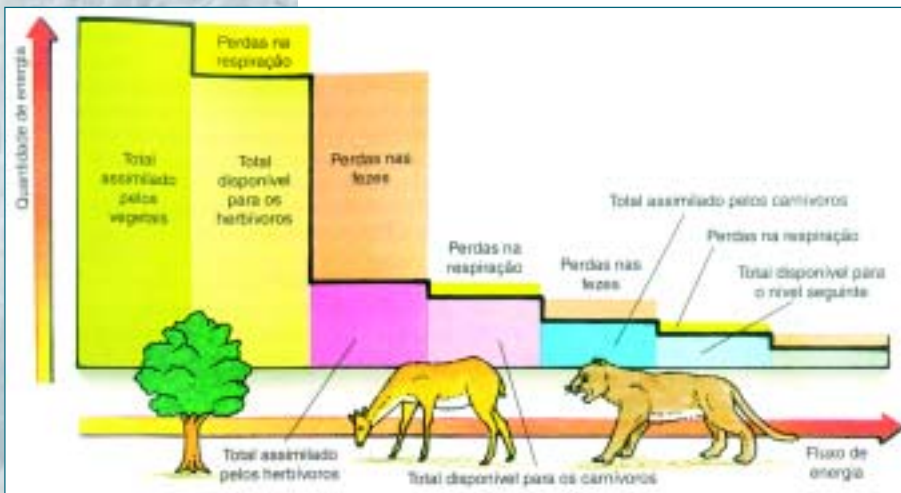


Figura 1.8: Representação gráfica das perdas e transferências de energia ao longo de uma cadeia alimentar.

complexo, com grande número de interligações. De modo geral, o nível dos produtores fica representado na base da figura. Acima dele, vem o nível dos consumidores primários e depois os dos demais consumidores. Ao lado esquerdo do esquema, aparece uma cadeia alimentar característica de ambientes terrestres, enquanto ao lado direito há uma cadeia alimentar de ambiente marinho. Cada uma delas é uma parte extraída de uma teia alimentar muito mais complexa.

Repare que certos organismos podem atuar em níveis tróficos diferentes. Vamos pegar como exemplo o caso da coruja. Quando ela come o rato que, por sua vez, se alimentou dos frutos da palmeira, ela está desempenhando o papel de consumidor secundário. A palmeira é o produtor, o rato (herbívoro) é consumidor primário, e a coruja é o consumidor secundário. Agora, veja o que ocorre quando a coruja come o pássaro, que comeu a joaninha, que comeu um pequeno inseto, que comeu um vegetal. Nesse caso, a coruja está sendo um consumidor de quarta ordem, ou seja, ocupando o quinto nível trófico.

Esses dois exemplos mostram que duas cadeias alimentares extraídas de uma mesma teia alimentar podem apresentar diferentes números de componentes, constituindo seqüências mais longas e mais curtas. Nos ambientes aquáticos, em geral, as cadeias costumam ser mais longas do que em ambientes terrestres. Isso se deve ao fato de que, nos ecossistemas aquáticos, os vegetais são muito pequenos, muitas vezes microscópicos, permanecendo em suspensão na massa d'água (ver figura 1.9). Isso significa que muitos consumidores primários capazes de comer vegetais tão pequenos são espécies também pequenas e é por este motivo que “cabem” mais componentes nessas cadeias alimentares.

### Atividade 1.5

Que tal você lembrar de todos os animais e plantas que observou, ou com que teve contato durante a semana em sua vizinhança, e tentar construir a melhor teia alimentar capaz de relacionar esses organismos?

Escreva o maior número possível de cadeias alimentares das quais você participou ao fazer suas refeições na semana passada. Verifique qual é o nível trófico ocupado por você em cada uma dessas cadeias alimentares.

E agora vamos deixar algumas questões para você discutir com seu professor e seus colegas:

1) A pirâmide trófica ao lado pode ser uma pirâmide de energia?

2) Alguma pirâmide trófica pode apresentar o nível dos produtores com menor largura que níveis mais altos (pirâmide invertida)? Qual seria esse tipo de pirâmide trófica?

3) Se a pirâmide trófica acima for de biomassa, então poderíamos afirmar que, de modo geral, um produtor nessa comunidade tem tamanho maior do que um consumidor pri-

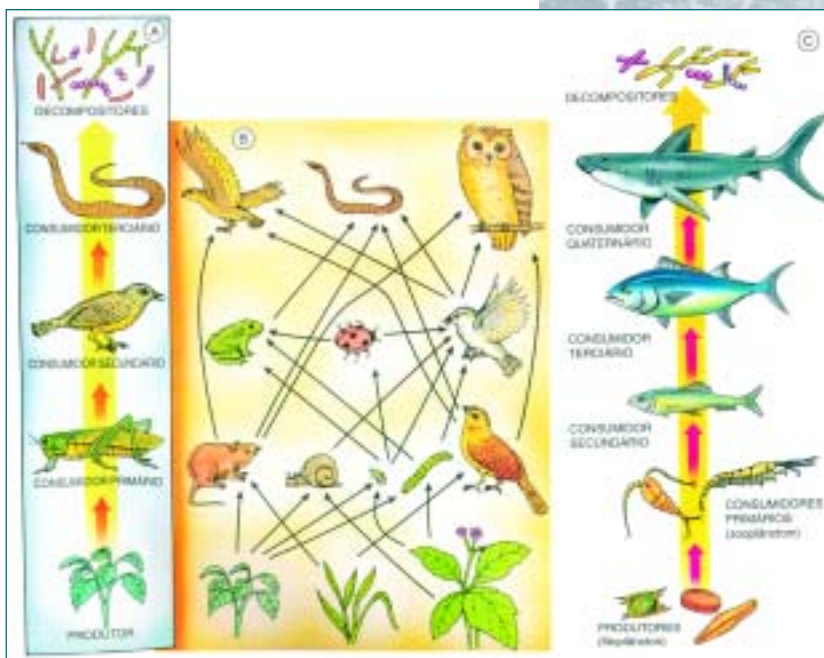


Figura 1.9: Representação gráfica de uma teia alimentar. À esquerda, aparece uma típica cadeia alimentar de uma comunidade terrestre e, à direita, uma de comunidade aquática.





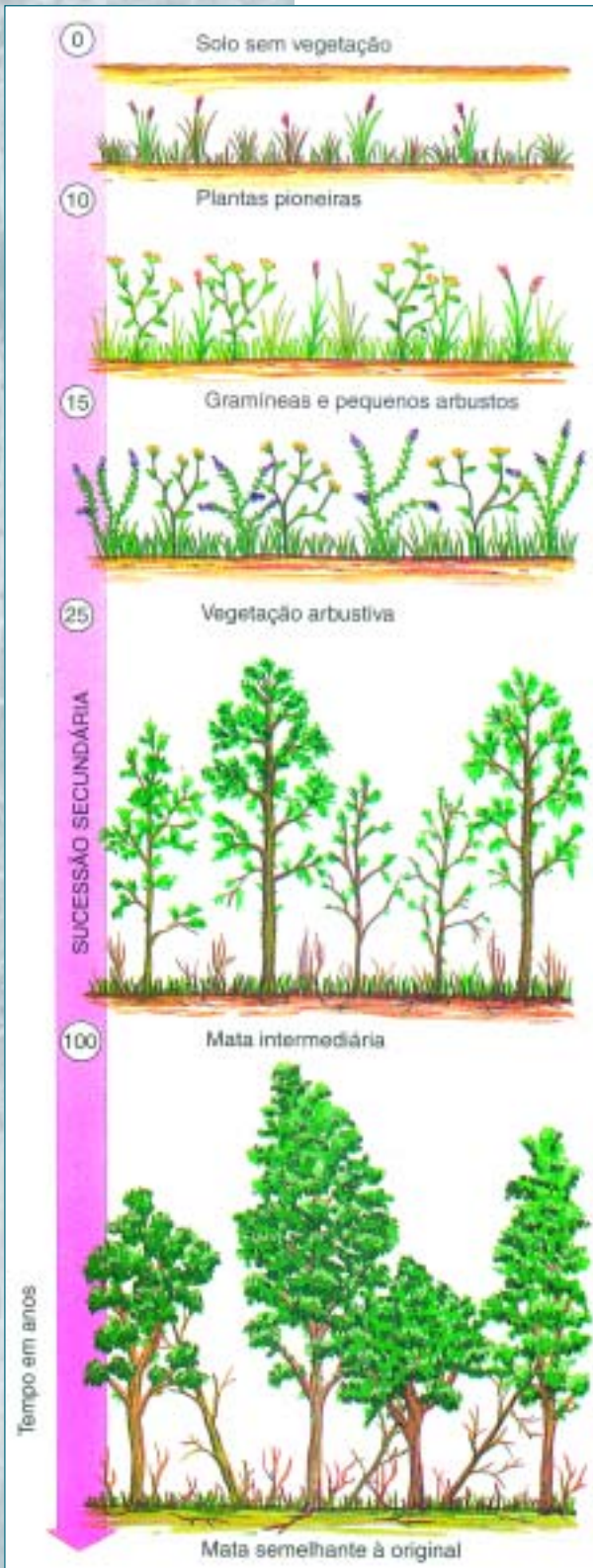


Figura 1.10: sucessão ecológica secundária em um campo de cultivo abandonado. No final de 100 anos área que havia sido desmatada para iniciar o cultivo apresenta uma floresta idêntica à original.

mário, reduzindo-se este tamanho individual à medida que se sobe para os níveis tróficos seguintes?

4) E se essa for uma pirâmide de energia? Nesse caso, você acharia correto afirmar que um quilograma de produtores é um alimento mais energético do que um indivíduo consumidor de mesmo peso?

Tendo respondido essas perguntas, você já deve ter entendido que, nas pirâmides, o que se representa em cada degrau não é característica de um indivíduo, e sim do conjunto total dos indivíduos de cada nível trófico.

Tal como as populações, também as comunidades não se apresentam estáticas ao longo do tempo. De modo geral, ocorrem variações periódicas ou não periódicas de diversos atributos das comunidades ao longo do tempo.

### Atividade 1.6

Uma maneira muito simples de você observar diretamente essa dinâmica acontecendo é pegar uma caixa de madeira (de uvas, por exemplo), encher com terra e colocar no telhado de sua casa, ou em cima do muro, ou mesmo no próprio quintal. Feito isso, você deverá observá-la diariamente, anotando os organismos ali presentes e contando-os. Após algumas semanas você vai perceber o amadurecimento de uma comunidade com vegetais e animais.

Represente num gráfico, para cada dia, o número de espécies observado na data e também o número acumulado até então. Acrescente ao gráfico os números totais de indivíduos de plantas e animais em cada data. O que ocorre com a diversidade ao longo do período de amadurecimento? Como varia a quantidade de produtores e de consumidores no período?

Esse processo de amadurecimento da comunidade, que pode ocorrer com maior ou menor rapidez, é o que se chama *sucessão ecológica*, podendo levar à recuperação de comunidades degradadas (sucessão secundária). Por exemplo, quando uma área é desmatada, transformando-se numa clareira, diversas espécies de plantas e animais vão colonizando a área e a comunidade vai se modificando até que não seja possível distingui-la da comunidade ao redor. Com o passar do tempo, as espécies vão sendo substituídas por outras, simultaneamente com a chegada de espécies adicionais. No final, a estrutura da comunidade já não se altera substancialmente. Fala-se, então, em equilíbrio – o clímax ecológico.

Quando novos ambientes são colonizados pela primeira vez, como uma ilha vulcânica recém formada, fala-se em sucessão primária.

A figura 1.10 representa um processo sucessional. Observe que, primeiramente, aparecem as espécies pioneiras, geralmente muito versáteis e resistentes a certas pressões ambientais.



Note os números na figura 1.10: veja como aumenta a diversidade ao longo da sucessão. Veja também que a biomassa (e a quantidade de energia retida) vai se tornando cada vez maior.

E agora, o mais importante: observe os vegetais. Note que a relação entre matéria verde fotossintetizante (basicamente as folhas) e matéria não verde vai mudando. Com o aparecimento de árvores, com grandes sistemas radiculares, uma parte cada vez maior do produto fotossintético total vai sendo usada para sustentar partes vivas e não fotossintetizantes das próprias plantas, e também para sustentar uma comunidade animal cada vez maior e mais exuberante. Nas comunidades clímax, a diversidade terá atingido o máximo, a biomassa também, e a sobra de materiais fotossintetizados que poderiam ser levados para outros ecossistemas vai ficando cada vez menor. Nas comunidades clímax, o total da fotossíntese equilibra o total das respirações e fermentações, não sobrando nada para sustentar outros sistemas (a relação entre produção e consumo [P/C] é 1). Um exemplo de comunidade clímax é a Mata Amazônica. Você já ouviu falar a frase: “a Amazônia é o pulmão do mundo”? As pessoas que dizem isso consideram o papel produtor de oxigênio da vegetação – “e como há muita vegetação, há também muito oxigênio”. *Errado*. Se esse gás, formado na fotossíntese, sobra a ponto de poder ser exportado, então é porque também está sobrando o outro produto da fotossíntese, que é a matéria orgânica. Mas isso não é verdadeiro no caso da Mata Amazônica. Lá, toda a matéria orgânica que é formada com a liberação de  $O_2$  é também consumida mediante o uso desse gás e, portanto, não há sobras (inclusive do  $O_2$ ). É por esse motivo que a Mata Amazônica *não é* o pulmão do mundo.

## COMUNIDADES E MEIO ABIÓTICO: CICLAGEM DE MATÉRIA NOS ECOSISTEMAS

Encerraremos nosso estudo da parte mais geral da Ecologia tratando das interações entre os seres vivos e o meio abiótico, as quais são importantes inclusive para a reciclagem da matéria. Os principais elementos que reciclam na natureza passam alternadamente da forma química inorgânica para a forma orgânica, voltando depois à condição inorgânica. Os principais elementos que sofrem reciclagem na natureza são o carbono, o oxigênio, o nitrogênio, o fósforo e o enxofre. Aqui, vamos analisar somente os ciclos do carbono e do nitrogênio.

O ciclo do carbono (Figura 1.11) é intimamente ligado aos processos de respiração e de fotossíntese e, por isso mesmo, relaciona-se com o ciclo do oxigênio. A forma inorgânica de carbono mais disponível na natureza é o gás carbônico da atmosfera, que se dissolve na água de todos os corpos aquáticos. O gás carbônico é utilizado pelos vegetais e o carbono é incorporado na matéria orgânica que eles fabricam.

Como vimos, essa matéria orgânica é transferida ao longo de todas

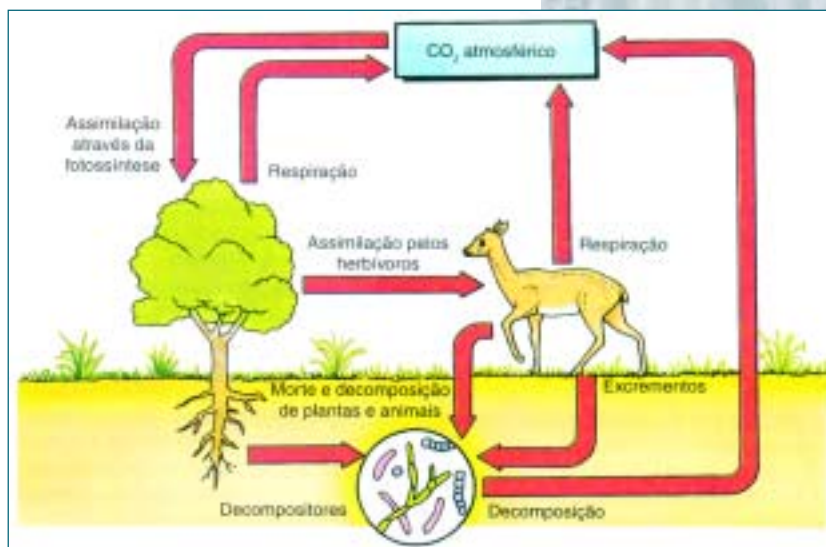


Figura 1.11: Ciclo do carbono. Não está representada a parte geológica relacionada com os combustíveis fósseis. Complete o esquema.

as cadeias alimentares da comunidade. Em todos os níveis tróficos, podemos encontrar, na matéria que constitui os organismos, os carbonos que já estiveram em algum momento na atmosfera. Considerando que uma parte da matéria orgânica é sempre destruída para a obtenção de energia a cada nível trófico e que esses processos de liberação de energia também liberam gás carbônico, então há, de todos os níveis tróficos, um retorno de carbono da forma química orgânica para a inorgânica novamente. Uma vez mortos os organismos, seus restos orgânicos serão usados pelos decompositores e, também aí, a matéria com carbono vai ser degradada, liberando gás carbônico.

Essa é a parte essencialmente biológica do ciclo do carbono. Mas há uma parte geológica muito importante, especialmente nos dias de hoje: existe uma condição rara, mas natural, que faz com que a matéria morta não se decomponha. Basicamente, o trabalho dos decompositores é oxidar matéria orgânica morta. Quando o ambiente é redutor, ou seja, não propício para reações de oxidação, os decompositores não conseguem se manter. Em vez de a matéria orgânica ser decomposta, ela é lentamente alterada ou substituída por componentes de vida muito longa. O resultado dessa transformação é a formação de fósseis.

É por fossilização que se produz o carvão mineral: determinadas jazidas são, na verdade, antigas florestas de samambaias que se fossilizaram.

De uma forma análoga, antigos organismos marinhos mortos foram se acumulando ao longo de muitos anos nos fundos oceânicos, sendo posteriormente recobertos por sedimentos. Do processo de fossilização desse material, resultou o petróleo, que hoje é uma fonte tão importante de energia.

Quando queimamos derivados de petróleo ou outros combustíveis fósseis, o gás carbônico é liberado para a atmosfera, carregando exatamente aqueles átomos de carbono que antigos vegetais extraíram do meio ambiente em sua época. Esse carbono ficou guardado nas jazidas de combustíveis fósseis durante milhões e milhões de anos.

O grande problema é que o carbono está sendo devolvido à atmosfera muito rapidamente, em tempo muito menor do que levou para ser armazenado. E, pelo que parece, a natureza não compensa completamente essa alteração: tem-se verificado lento e gradual aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, intimamente relacionada com a intensificação do chamado efeito-estufa.

Além do carbono e do oxigênio, elementos básicos dos carboidratos, também o nitrogênio é de suma importância, mas em outro sentido. O metabolismo dos carboidratos é mais relacionado com energia. O nitrogênio é o mais importante elemento das proteínas, entrando na formação do chamado grupo amina das moléculas de aminoácidos que formam todas as proteínas. As proteínas são importantíssimos constituintes da matéria viva, de modo geral.

Quando uma planta faz fotossíntese, a matéria orgânica formada é o carboidrato glicose. Mas o organismo da planta não é feito apenas de carboidratos, não é mesmo? Então, a planta precisa transformar uma parte da glicose que sintetiza em outros compostos, entre eles as proteínas. Além daqueles átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio que ela retira do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , a planta precisa complementar seu arsenal químico com átomos de nitrogênio, fósforo, enxofre e vários outros elementos. É do ambiente que as plantas absorvem estes elementos adicionais, chamados nutrientes, a fim de fazer todas as transformações químicas necessárias para a constituição e o funcionamento de seus organismos.



Como o nitrogênio é essencial para a síntese de aminoácidos, vale afirmar que apenas com  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  um vegetal até pode funcionar, mas sem nitrogênio ele não pode crescer. Para os consumidores, esse problema não é sério, pois já incorporam os aminoácidos de que necessitam diretamente das proteínas que ingerem.

Certamente você já sentiu o cheiro de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) num local onde alguém urinou um tempo antes. Sabe por que? Os aminoácidos que se encontram em excesso no nosso corpo são metabolizados (principalmente no fígado), separando-se o grupo amina, que contém o nitrogênio. A parte restante freqüentemente entra no metabolismo dos carboidratos ou é estocada como gordura. O próprio fígado se encarrega de transformar as moléculas de amônia recém-formadas em moléculas de uréia, que são eliminadas na urina. No ambiente, à medida que se dá a degradação da uréia, a amônia vai sendo liberada como gás – daí o cheiro desagradável.

Os decompositores realizam processos similares, mas tratando proteínas de corpos mortos. E é por isso que são tão importantes: eles liberam para o meio muitos componentes inorgânicos necessários para os produtores. Se não fosse essa remineralização da matéria orgânica, os nutrientes ficariam permanentemente estocados nos cadáveres acumulados, sem ser absorvidos pelos vegetais, que então deixariam de crescer.

### Atividade 1.7

Acompanhe com seu professor ou com seus colegas, passo a passo, os esquemas das figuras 1.11 e 1.12.

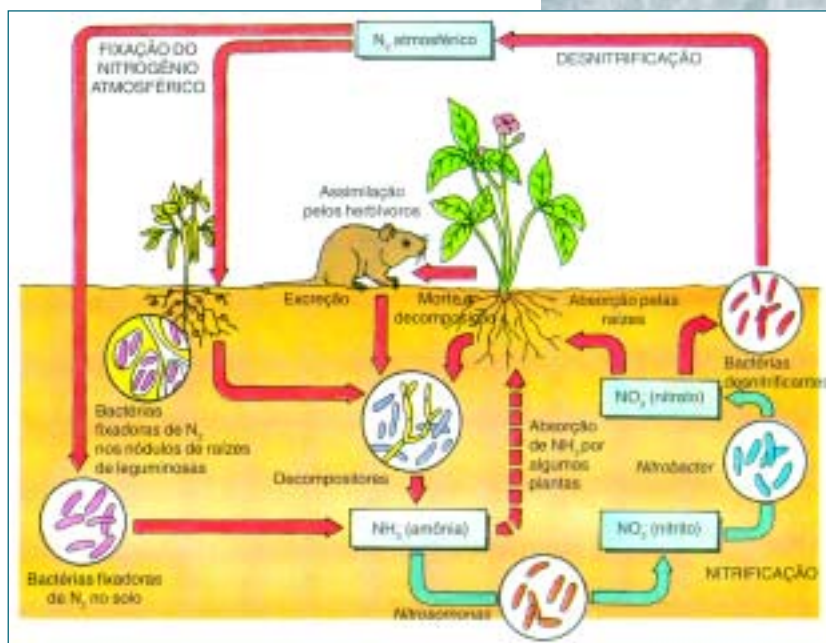


Figura 1.12: Ciclo do nitrogênio.

É a integração entre a produção, a transferência pelos consumidores e a decomposição que resulta num dos mais admiráveis fenômenos da natureza: a *reciclagem da matéria*.

Com as idéias fundamentais expostas no texto e com o estudo detalhado das figuras, você certamente terá formado uma boa visão sobre como os seres vivos se integram com o meio abiótico, garantindo a renovação (reciclagem) dos recursos de que necessitam. Mas será que todos funcionam dessa maneira? E nós, os seres humanos? Nós somos bem diferentes, especialmente no que se refere à enorme variedade de recursos que só nós aproveitamos. Os processos ecológicos normais são, em geral, suficientes para reciclar os materiais essenciais aos seres vivos; assim, não precisaríamos nos preocupar com estes materiais. Mas, e os outros recursos que passaram a ser importantes para nós? Eles são naturalmente reciclados? Se são, quanto tempo isso leva para ocorrer? Veremos isso na próxima unidade.

## Unidade 2

# A utilização dos recursos pelo homem

Organizadores  
Paulo Takeo Sano  
Lyria Mori  
Elaboradores  
Vânia Pivello  
Sérgio Rosso

Neste ponto do curso, você já entendeu que cada indivíduo vivo é um tipo de máquina que executa diversas tarefas, entre as quais:

1) adquirir matérias-primas e encontrar as condições mais adequadas para manter a estrutura e o funcionamento do corpo; essas matérias-primas e algumas dessas condições são chamadas recursos;

2) eliminar ou dispor os resíduos formados à medida que os recursos vão sendo utilizados ao longo do processo vital, de tal modo que a concentração dos resíduos no ambiente não supere um máximo admissível, comprometendo a eficiência da máquina.

Leia com atenção os parágrafos abaixo:

- Um recurso é algo que precisa estar disponível em quantidade ou intensidade acima de um mínimo crítico, a fim de não comprometer ou limitar o sucesso do indivíduo no ambiente. Quando falta um recurso para um certo organismo, ele começa a perder eficiência em tarefas fundamentais, como proteger-se de predadores ou encontrar o melhor parceiro sexual para a reprodução. Com isso, o indivíduo vai ficando mais vulnerável a pressões ambientais, que acabam por diminuir sua chance de sobrevivência e também o número de descendentes.

- As quantidades ideais de recursos são determinadas para cada indivíduo, mas os estoques de recursos no ambiente são comuns a todos. Isso quer dizer que a quantidade total de recursos no ambiente em que vive uma população deve atender a todos os indivíduos.

- Dependendo da abundância populacional, a quantidade de recursos *por indivíduo* se altera, podendo chegar a níveis abaixo do crítico. Quando o recurso é o alimento, essa situação de escassez gera a fome – daí a competição (neste caso, um indivíduo mais eficiente que os demais na obtenção do recurso vai ter uma vantagem muito grande).

Vamos pensar agora em recursos do ponto de vista humano. Lembre-se de que nós, da cidade, temos uma forma específica de conseguir os recursos de que necessitamos: trabalhamos, ganhamos dinheiro e os compramos. Isso significa que processos ecológicos semelhantes aos que ocorrem nas outras espécies, envolvendo diretamente os recursos necessários a elas, no nosso caso ocorrem em relação a dinheiro – os humanos competem por dinheiro do mesmo modo que outros organismos competem por alimento, água, luz, espaço físico, abrigo etc.

Imagine uma família onde só o pai trabalha, morando numa pequena casa. Que problemas se agravam a cada nova criança que nasce? Como é possível ao longo do tempo resolver esses problemas?

Se você analisar bem a situação, verá que qualquer solução envolve o aumento do número de pessoas trabalhando – de modo a aumentar a quantidade total de recursos para a família, mantendo constante a proporção por indivíduo – ou então a redução do número de pessoas – isso ocorre quando alguém se muda (emigração), quando alguém morre etc. Você consegue perceber aí aspectos da dinâmica de populações? Discuta o assunto com seu professor e seus colegas.

Apesar de ser eminentemente individual, a questão dos recursos tem efeito profundo na viabilidade e na dinâmica das populações nas comunidades. De modo análogo, os resíduos que sobram da aquisição e da utilização dos recursos precisam ser dispostos no ambiente de modo que este não se torne inabitável. Quando a concentração dos rejeitos no ambiente supera certo nível máximo, começa a declinar o sucesso dos indivíduos, também com reflexos nas populações e na comunidade. A poluição ocorre justamente quando este nível crítico é ultrapassado.

Tanto os recursos quanto os rejeitos tornam-se pontos mais problemáticos à medida que aumenta a densidade populacional. Daí vêm complicações no uso de terras para a produção de alimentos e no uso da água, além da geração de poluição do ar, da água e do solo.

## **AGRICULTURA E USO DAS TERRAS**

Um problema constante para a população humana, e que se torna mais sério à medida que a população aumenta, é a produção de alimentos. Ela implica na necessidade de mais terras para cultivos e pastagens. Surgem, então, várias complicações.

Inicialmente, para que ecossistemas naturais se transformem em agroecossistemas, há desmatamentos, que causam tanto a perda direta dos organismos como a perda indireta, por destruição de seus habitats. Hoje, muito pouco resta das matas, savanas e campos nativos. Em consequência, milhares de espécies de plantas, fungos, animais e microorganismos foram extintos no processo de desmatamento. Muitas destas espécies nem sequer são conhecidas!

Com a perda dessas espécies, fica faltando quem execute alguns processos e funções importantes dos ecossistemas, como a decomposição da matéria orgânica, a auto-depuração da água e do solo, a polinização e a dispersão de plantas, os ciclos de matéria e hidrológico, a estabilização do solo e contenção de erosão, a regulação de populações e muitos outros. Isso reafirma a importância da biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas e na manutenção de seus equilíbrios – afinal, quanto mais complexa for a peça de teatro, mais diversificado deverá ser o elenco de atores.

Outra série de complicações decorre do tipo de agricultura que se pratica hoje. No passado, a agricultura se aproximava mais dos sistemas naturais, em policulturas, sem a adição de substâncias químicas industrializadas e com o uso do trabalho do homem e de animais. A agricultura atual é voltada à produção em larga escala, em extensas monoculturas, com alta produtividade. Tal atividade exige grandes investimentos em insumos agrícolas (adubos e biocidas) e em mecanização. As monoculturas implicam em enorme redução da biodiversidade; o



solo é compactado por máquinas pesadas e são adicionadas grandes quantidades de substâncias químicas ao ambiente. Sérios problemas de contaminação humana decorrem do uso de pesticidas, tanto pelo seu uso direto (no caso, contaminando os agricultores) quanto pela ingestão junto aos alimentos.

### Atividade 2.1

A tabela abaixo mostra algumas características de duas culturas de tomates, sendo uma delas convencional e a outra orgânica.

	Agricultura convencional	Agricultura orgânica
adubação	química (N+P+K)	orgânica (esterco de animais)
controle de pragas	químico	biológico
colheita	mecanizada	manual
tamanho médio do fruto	120g	75g
riqueza de insetos	2 espécies	16 espécies
riqueza de pássaros	nenhuma espécie	6 espécies

Que vantagens e desvantagens de cada uma delas você pode perceber? Discuta cada item. Em termos financeiros, qual seria mais vantajosa?

### Atividade 2.2

Explique o que ocorreu na situação demonstrada abaixo:

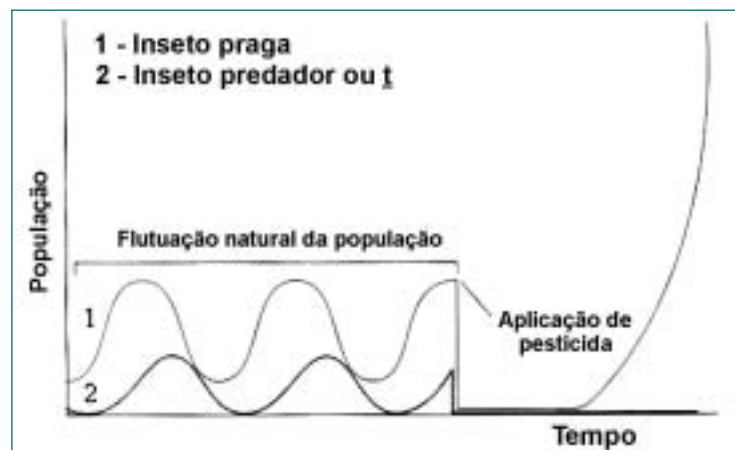


Figura2: Flutuação de uma população de inseto praga e de inseto predador/parasita, antes e após aplicação de pesticida (modificado de Raven *et al.* 1997).

A forma como o homem vem utilizando as terras para cultivá-las ou para construir edificações também tem agravado os problemas de erosão e perda de solo. Grande parte do solo carreado é superficial e, portanto, com maiores quantidades de nutrientes disponíveis à vegetação e aos organismos edáficos. A perda de solo fértil por erosão torna muitas áreas agrícolas improdutivas, e elas acabam sendo abandonadas.

Uma vez carreado, o solo tende a se depositar em rios e lagos, aumentando sua turbidez e, conseqüentemente, diminui a quantidade de luz que penetra na água, reduzindo a produtividade primária. Assim, sobra menos alimento para os outros níveis tróficos. Outro resultado dos processos erosivos é o carreamento de substâncias orgânicas e inorgânicas tóxicas para os corpos d'água, aderidas às partículas de solo. Na água, essas substâncias se dissolvem, podendo causar intoxicação e morte de espécies menos tolerantes. A deposição de solo muitas vezes leva também ao assoreamento dos corpos d'água.



### Atividade 2.3

Discuta com seu professor ou com seus colegas as seguintes questões:

Por que regiões tropicais, com solos arenosos, estão mais sujeitas aos processos de erosão? Você conhece técnicas agrícolas que minimizem a erosão dos solos? Quais?

Na cidade de São Paulo, são comuns as enchentes no verão, muitas vezes associadas ao lixo, ao desmatamento e à impermeabilização do solo. Por que é feita essa associação?

## ÁGUA

A água, além de ser vital a qualquer ser vivo, tem um papel importantíssimo no clima da Terra pois, devido ao seu alto calor específico, mantém as temperaturas mais constantes.

A demanda de água pelo homem vem crescendo muito nas últimas décadas, em parte porque a população humana tem aumentado muito, mas também porque as pessoas vêm usando quantidades cada vez maiores de água. A água diretamente disponível ao uso humano não chega a 1% daquela existente no Planeta, pois cerca de 97,5% da água é salgada e, dentro dos 2,5% restantes de água doce, cerca de 1,97% está “aprisionado” nas calotas polares. O fato de a água doce estar distribuída de forma muito heterogênea entre os países (sendo o Brasil, nesse ponto, bastante privilegiado), somado a uma previsão de menor disponibilidade de água *per capita* para as próximas gerações, é visto por muitos como um forte motivo para futuras guerras (lembrese do que foi dito anteriormente sobre a competição por recursos).

Entretanto, não apenas a quantidade de água é motivo de preocupação, mas também sua qualidade, deteriorada constantemente por ações humanas. O homem injeta na água os seguintes tipos de poluentes:

- sedimentos: partículas de solo provenientes da agricultura, desmatamentos, processos erosivos e construções;
- matéria orgânica: provém principalmente de esgoto doméstico, adubação agrícola e produtos orgânicos sintéticos produzidos industrialmente, como pesticidas, solventes, plásticos etc.;
- organismos patogênicos: compõem uma grande variedade de bactérias, fungos, protozoários e vermes, também provenientes principalmente do esgoto doméstico;
- matéria inorgânica: aqui se incluem principalmente fertilizantes inorgânicos e metais pesados, provenientes de produtos industrializados;
- substâncias radioativas: as principais fontes são a mineração e o processamento de material radioativo, usado nas usinas nucleares, em várias atividades da medicina e em pesquisas científicas;
- calor: provém da água usada no resfriamento de máquinas ou em diversos processos industriais.

Vejam o que essas injeções de substâncias podem causar nos ecossistemas aquáticos:

- sedimentos em rios e lagos aumentam a turbidez da água e diminuem a penetração de luz, prejudicando os seres autótrofos, alterando as cadeias alimentares e perturbando todo o equilíbrio desses ecossistemas (vimos essa questão ao tratarmos dos processos erosivos);

o despejo de esgoto nos corpos d'água, além de trazer diversos agentes infecciosos e causar risco à saúde pública, também adiciona nutrientes à água. Esse processo de fertilização – denominado eutrofização – causa o aumento de algas e plantas aquáticas, mas também o aumento de organismos decompositores, que são aeróbios. Os decompositores, em alta quantidade, utilizam quase todo o oxigênio dissolvido na água, deixando pouco aos peixes e outros animais aquáticos, que acabam morrendo. As algas, após explosões populacionais, morrem e também causam o aumento dos decompositores, que retiram ainda mais oxigênio da água. Processos de eutrofização também ocorrem com a adição de outras substâncias orgânicas e inorgânicas à água, lixiviadas de áreas agrícolas ou vindas de despejo industrial. Entre esses produtos, há também aqueles tóxicos, que matam os organismos sensíveis. Os metais pesados podem causar a morte imediata ou se acumular nos tecidos de animais, concentrando-se ao longo da cadeia alimentar.

A poluição térmica consiste no aumento local da temperatura da água, que pode alterar a capacidade de retenção de oxigênio na água ou acelerar certas reações químicas. Alterações fisiológicas nos organismos aquáticos afetam, principalmente, as taxas de respiração e digestão ou os ciclos reprodutivos.

### Atividade 2.4

A tabela abaixo compara as proporções de água utilizadas para diferentes finalidades, em cada continente.

Região/Tipo de uso	Irrigação (%)	Industrialização (%)	Doméstico (%)
África	88	5	7
Ásia	85	9	6
Austrália e Oceania	34	2	64
Europa	31	55	14
América do Norte e Central	49	42	9
América do Sul	59	23	18
Mundo	68	23	9

Discuta a razão dessas proporções serem tão diferentes. No futuro, essas proporções tendem a se manter? E as quantidades de água utilizadas pelas diferentes regiões, seriam semelhantes? Que implicações futuras teriam esses dados?

### Lixo

O consumo dos bens naturais e a produção de detritos aumentam em proporção direta ao aumento populacional, mas também conforme o nível de desenvolvimento tecnológico do país. Num país desenvolvido e centrado no consumo de bens industrializados, como os Estados Unidos, cada pessoa produz, em média, 2 kg de lixo sólido por dia! O tipo de lixo produzido varia conforme o nível de desenvolvimento: em países desenvolvidos, a maior parte do lixo é de origem industrial, enquanto em países em desenvolvimento o lixo de origem agrícola e o doméstico contribuem com parcelas maiores no total produzido.

O que pode ser feito com o lixo sólido? Há várias alternativas para se lidar com ele: enterrar, queimar, reciclar ou simplesmente depositar em algum local, para que se decomponha naturalmente. A escolha de uma ou outra alternativa vai depender do tipo de lixo em questão e de incentivos do setor público. Idealmente, o que deveria ocorrer é que todo o lixo passível de ser reciclado o fosse. Na reciclagem, o material que se tornaria lixo retorna como matéria-prima na manufatura de produtos que seriam feitos a partir de matéria-prima virgem. Em consequência, diminui-se a retirada de matéria-prima

do ambiente, diminui a quantidade de lixo disponível, bem como a poluição do ar e das águas. Além disso, a reciclagem promove a geração de empregos.

No lixo doméstico, a maior parte do material sólido é reciclável: papel, plástico, metais e vidro podem ser tratados e reaproveitados como matéria-prima. O material orgânico, como restos de alimentos e material proveniente de jardinagem, pode ser transformado em material humificado e servir como adubo. Esse processo, denominado compostagem, é a forma mais antiga de reciclagem do lixo orgânico. Nele, o homem se aproveita do processo natural de decomposição biológica da matéria orgânica, acelerando-o por meio da manutenção de condições ideais à decomposição (calor, água e boa oxigenação).

Porém, nem todo lixo pode ser reciclado. O lixo hospitalar é um exemplo e, por questões de segurança, deve ser incinerado em temperaturas acima de 900°C. A queima sob altas temperaturas mata possíveis patógenos e reduz a toxicidade dos compostos orgânicos. Mas também outros tipos de material – papel, borracha, plásticos – podem ser incinerados. Algumas vantagens da incineração são a redução do volume do lixo em até 90% e a geração de energia térmica, que pode ser transformada e utilizada, por exemplo, sob a forma de energia elétrica. Uma desvantagem é a possível produção de gases tóxicos – como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl – e metais pesados. Para que essas substâncias não cheguem à atmosfera, devem ser usados filtros específicos nos incineradores.

Uma grande parte do lixo, especialmente o doméstico, é lançada a céu aberto, nos chamados lixões. Nos lixões, o lixo é simplesmente depositado sobre o solo, sem qualquer tratamento, podendo trazer sérios problemas à saúde pública – pela proliferação de ratos e outros vetores de doenças. Também o chorume (líquido gerado na fermentação do lixo) e produtos contendo metais pesados, inadequadamente lançados no lixo comum (como pilhas e baterias), poluem o solo e as águas. O metano, gás produzido na decomposição da matéria orgânica e presente em grande quantidade nos lixões, além de ser um dos principais poluidores do ar, também aumenta o risco de incêndios, pois é inflamável.

Uma alternativa aos lixões, mais adequada em termos ambientais e de saúde pública, são os aterros. Tanto o aterro controlado quanto o aterro sanitário consistem na deposição do lixo em grandes valas e sua posterior cobertura com uma camada de solo e compactação, sucessivamente, até que a vala se encha. Porém, o aterro sanitário inclui um tratamento maior ao lixo: na sua construção, camadas de plástico são previamente colocadas no solo e um sistema para drenagem e coleta do chorume é providenciado, para que, quando em funcionamento, não contamine o lençol freático. Há um sistema de coleta de gases, que podem ser utilizados para a geração de energia elétrica. Essas áreas, quando já cheias, podem servir a outros fins, como recreação.

### Atividade 2.5

Alguns materiais encontrados no lixo e os respectivos tempos que levam para decompor encontram-se na tabela abaixo:

Material	Tempo de decomposição	Tipo de tratamento
papel	2 a 4 semanas	
algodão	1 a 5 meses	
cascas de laranja	6 meses	
filtros de cigarro	10 a 12 anos	
sacos plásticos	10 a 20 anos	
sapatos de couro	25 a 40 anos	
latas de alumínio	200 a 500 anos	
vidro	> 1 milhão de anos	



Complete a coluna à direita, indicando o tipo de tratamento mais adequado para cada material, e justifique.

Para discutir: Você sabia que, nos aterros sanitários, mesmo os materiais cuja decomposição seria naturalmente rápida, como papel e restos de comida, demoram muito para decompor? Qual seria a razão disso?

## **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Todos nós conhecemos alguns dos inúmeros problemas causados pela poluição atmosférica, como irritação nos olhos, tosse, corrosão de materiais, ou mesmo morte de algumas plantas. A poluição atmosférica consiste na presença no ar de materiais capazes de causar danos aos seres vivos ou ao patrimônio. Esses danos podem ocorrer devido a um grande aumento na concentração de substâncias que já existem normalmente no ar (ex.: gás carbônico), ou à adição de substâncias que não existem naturalmente (ex.: substâncias sintéticas, como os clorofluorcarbonos) e que se tornam tóxicas.

Há uma quantidade imensa de substâncias que podem se tornar poluentes do ar. Os cinco tipos mais importantes são: particulados (partículas sólidas, poeira), óxidos de nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O), óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), gases compostos de carbono (CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>). Os quatro primeiros tipos incluem, na grande maioria, o que chamamos de poluentes primários, ou seja, entram diretamente na atmosfera; o ozônio é um exemplo de poluente secundário, pois provém da reação química de outras substâncias liberadas na atmosfera.

Existe poluição do ar causada por processos naturais, como após a erupção de um vulcão, que lança enormes quantidades de particulados e gases na atmosfera. Entretanto, as atividades humanas, especialmente indústrias, tráfego de veículos e outras envolvendo queima de combustíveis fósseis (carvão e petróleo) são as principais fontes de poluição do ar.

### **Atividade 2.6**

É freqüente nos jornais o comentário de que o desmatamento e a queima da floresta Amazônica contribuem para o efeito estufa. Explique como essas duas ações poderiam influir no aquecimento global (com base no ciclo do carbono).

Discuta a frase: “O ozônio (O<sub>3</sub>) é um gás que pode atuar como vilão ou como mocinho”.

O que é inversão térmica e por que ela ocorre no inverno?

Agora, responda esta questão da FUVEST:

“Se as usinas hidrelétricas utilizam madeira em lugar de combustíveis fósseis e se novas árvores são plantadas constantemente para substituir aquelas queimadas nas usinas, não é liberado dióxido de carbono adicional.” (Folha de São Paulo, 18/10/1997)

a) O que são combustíveis fósseis?

b) Por que a queima de madeira não liberaria dióxido de carbono adicional para a atmosfera, desde que novas árvores fossem constantemente plantadas?

## **SUSTENTABILIDADE**

Como vimos, diversas ações do homem sobre o meio ambiente vêm causando enormes danos às populações biológicas e aos processos ecológicos que mantêm a vida na Terra. Essas ações deletérias intensificaram-se muito a partir



da Revolução Industrial, quando se passou a adotar como meta de desenvolvimento modelos calcados na super-exploração dos recursos e nos ganhos a curto prazo. A população dos países desenvolvidos é hoje de cerca de 2 bilhões de pessoas (um terço da mundial), e consome cerca de 85% dos recursos, devido ao modelo de vida adotado. Mas esse modelo é o único caminho possível para o desenvolvimento?

Acredita-se que não. O desenvolvimento sustentável é uma forma de se atingir o progresso sem destruir o ambiente. Visa a melhorar a qualidade de vida das populações humanas por meio da utilização racional dos recursos, isto é, de forma que sejam mantidos em longo prazo.

E de que maneira pode-se atingir o desenvolvimento sustentável? De forma geral, utilizando-se de tecnologias “limpas” (não-poluentes), aumentando-se a eficiência de produção (com o uso de menor quantidade de recursos), diminuindo-se os subprodutos e buscando-se sempre reaproveitar material (não-desperdício).

Hoje contamos com alternativas mais sustentáveis de uso dos recursos e destinação de detritos:

- *na agricultura e no uso das terras*: aumento da eficiência agrícola e uso de áreas menores, evitando o desmatamento; respeito à capacidade de suporte das terras, evitando erosão do solo; estímulo à policultura, à rotação de culturas, à agricultura orgânica, ao melhoramento genético de espécies, ao controle biológico de pragas e ao uso de agroquímicos de baixo poder residual;

- *lixo*: diminuição da produção de lixo sólido por meio da reciclagem, reparo e reuso de materiais; uso contínuo de algum tipo de tratamento no lixo (incineração, aterro sanitário, compostagem);

- *água*: redução do consumo; reaproveitamento e uso diferenciado da água, com diferentes graus de pureza para diferentes fins; tratamento e despoluição de corpos d'água; irrigação racional de lavouras (por gotejamento, por exemplo), revegetação das margens de rios;

- *poluição atmosférica*: uso de técnicas e substâncias “limpas”; substituição dos combustíveis fósseis (não renováveis) por combustíveis renováveis; uso de filtros em incineradores e indústrias; conversão de substâncias poluentes em não-poluentes.

A educação e a conscientização da população acerca do melhor uso dos recursos são também fundamentais para se atingir metas de desenvolvimento sustentável, bem como a fiscalização do cumprimento das leis que visam à proteção do ambiente.

## Unidade 3

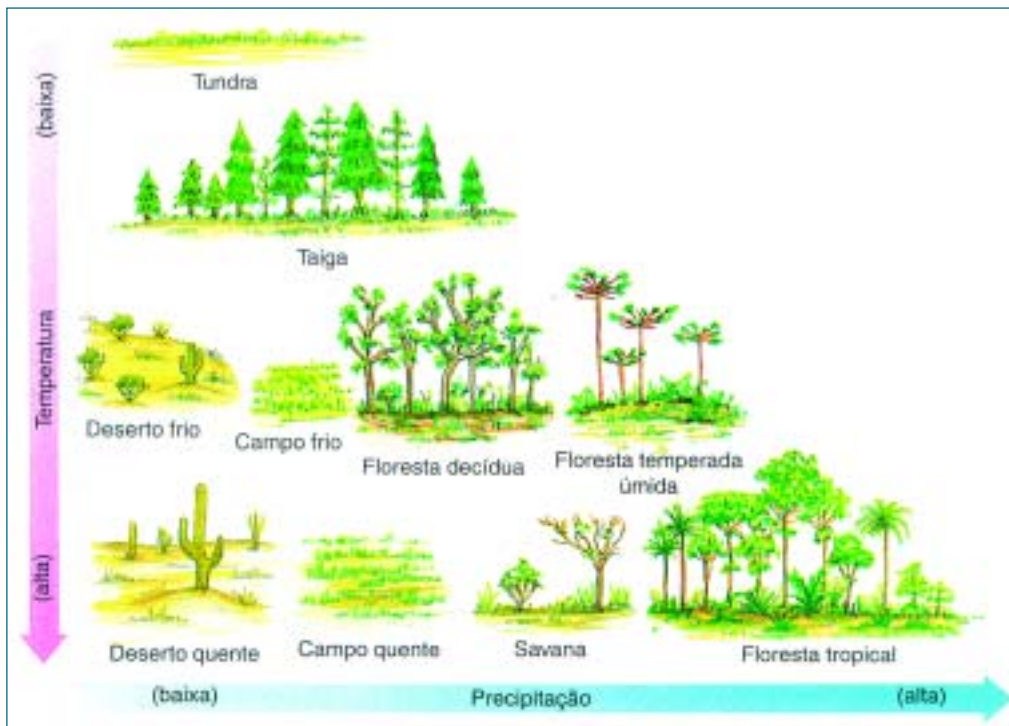
# Principais biomas terrestres

Organizadores  
Paulo Takeo Sano  
Lyria Mori  
Elaboradores  
Vânia Pivello  
Sérgio Rosso

Você viu, no início deste módulo, o que é uma comunidade. Vejamos agora quais os diferentes tipos de comunidades que aparecem em várias partes da Terra, cada um em condições abióticas bem particulares. Estas condições determinam como os componentes vegetais se estruturam, formando diferentes tipos de campos, florestas, desertos, capazes de abrigar animais também adaptados a elas. O funcionamento dos ecossistemas correspondentes também será diferente quanto ao fluxo de energia, ciclos de matéria e relações bióticas. À cada tipo de ambiente natural, com padrão homogêneo de estrutura e funcionamento, em escala continental ou regional, dá-se o nome de *bioma*.

## Escala mundial

O clima – principalmente a temperatura e a precipitação – é o condicionante



primário da distribuição dos organismos terrestres (veja a Figura 3.1). Grandes ecossistemas podem ser associados a faixas climáticas, determinadas pela posição latitudinal no globo e que vão gerar certas condições de disponibilidade de água e de energia solar. Esses são os biomas associados a zonas climáticas.

Numa escala continental, temos na Terra os seguintes biomas:

Figura 3.1: Fatores como a temperatura média e o regime de chuvas, relacionados com a latitude, determinam o tipo de comunidade climax que pode se desenvolver num determinado local.

## **TUNDRA**

Localiza-se na região polar ártica (norte da Europa, do Canadá e da Ásia), sob clima muito frio, com neve na maior parte do ano. Chove pouco, mas como a evaporação é muito baixa (devido às baixíssimas temperaturas) e o solo fica congelado na maior parte do tempo impedindo o escoamento da água, formam-se muitas pequenas lagoas. O solo só descongela no curto verão de 2-3 meses, em sua camada superficial. Em consequência, a vegetação é baixa, formada principalmente por musgos e líquens; mais ao sul, podem ocorrer gramíneas e pequenos arbustos. Mamíferos típicos são o caribu e o boi-almiscarado, que possuem adaptações ao clima muito frio (pelagem espessa, camada subcutânea de gordura e alimentação à base de musgos e líquens). Além de lemingues, raposas-do-ártico, doninhas, ainda há aves e insetos migratórios na região.

## **TAIGA OU FLORESTA BOREAL DE CONÍFERAS**

Ocorre numa faixa mais ao sul da tundra, cobrindo grande parte do Canadá, norte da Europa e Ásia. O clima, embora no inverno seja quase tão frio quanto o da tundra, é bem mais ameno no verão, que é também um pouco mais longo. Também há muitos lagos na taiga, devido à baixa evaporação e ao derretimento da neve. O solo não permanece congelado, o que permite a ocorrência de árvores. A vegetação é dominada por Gimnospermas, especialmente as coníferas (pinheiros), que possuem adaptações para que suas folhas não congelem mesmo no inverno, sendo a taiga uma floresta perenifólia. A decomposição da matéria orgânica é muito lenta, devido às baixas temperaturas, e a biomassa vegetal – relativamente grande – produzida pelas árvores fica acumulada sobre o solo. Muitos grandes mamíferos vivem na taiga, como ursos, alces, lobos, lince, além de raposas, esquilos, aves migratórias etc. Alguns animais hibernam durante o rigoroso inverno.

## **FLORESTA TEMPERADA**

Ocorre sob clima temperado, onde há quatro estações do ano bem nítidas e chuvas abundantes (leste dos Estados Unidos, Europa e nordeste da China). É característica marcante dessa vegetação a perda das folhas no outono, quando as árvores ganham um bonito colorido amarelado ou avermelhado. As folhas só rebrotam na primavera; assim, as árvores permanecem sem folhas na época fria, sendo por isso chamadas decíduas ou caducifólias (as folhas “caducam”, isto é, caem). Na fauna, pode-se destacar raposas, veados, javalis e vários mamíferos arborícolas, como esquilos, além de aves e alguns anfíbios e répteis. Os solos férteis dessas florestas e a madeira de boa qualidade foram fatores que determinaram sua grande destruição, no passado.

## **FLORESTA PLUVIAL TROPICAL**

Essas florestas encontram-se na região equatorial do globo (principalmente na faixa entre 10°N e 10°S), sob clima quente, com temperaturas quase constantes ao longo do ano e altos índices pluviométricos, chovendo muito o ano todo. O Brasil é o país detentor da maior extensão desse tipo florestal, como veremos adiante. Na floresta tropical pluvial, a alta disponibilidade de água e energia permite uma grande produtividade primária, sendo a vegetação exuberante e disposta em vários estratos. Essa estratificação cria diversos micro-habitats, que permitem o suporte de uma enorme diversidade biológica. Para se ter uma idéia de sua alta produtividade e grande diversidade, essas florestas ocupam cerca de



11% da Terra, produzem cerca de 30% de toda a biomassa vegetal e abrigam mais da metade das espécies existentes. O clima quente e úmido e a abundância de decompositores também favorecem uma rápida ciclagem dos nutrientes, que são eficientemente aproveitados, sustentando essa explosão de vida em solos pobres e lixiviados. Nessas florestas, os nutrientes ficam estocados na matéria vegetal viva (as próprias plantas) e morta (folhedo), e não no solo. As raízes superficiais das árvores, associadas a micorrizas (fungos mutualistas), formam uma rede sobre o solo e recolhem eficientemente os nutrientes existentes no folhedo, antes que sejam lixiviados pelas fortes e freqüentes chuvas. Entre os vegetais, há grandes árvores, com até 60 m de altura, mas também muitas lianas, epífitas e plantas herbáceas adaptadas a pouca iluminação. Entre os animais, o hábito arborícola prevalece, ocorrendo muitas aves, macacos e insetos, mas também é abundante a fauna adaptada a lugares úmidos, como os anfíbios. Pode-se, no entanto, afirmar que todos os grupos de animais terrestres estão representados nessas faunas tropicais.

### **CAMPOS**

Ocorrem nas regiões temperadas, onde os verões são quentes e úmidos e os invernos frios (Américas do Norte e Sul, Europa e Ásia). Nos campos, não há árvores e a vegetação é composta por herbáceas, especialmente gramíneas. Nos locais onde chove pouco, os solos são mais ricos (porque não são lixiviados) e as gramíneas secam no inverno, facilitando a ocorrência natural do fogo. Por isso, muitas plantas também são adaptadas ao fogo, com a parte subterrânea bem desenvolvida, de onde brotam rapidamente folhas e flores após a queima. A fauna é constituída por muitos roedores e ruminantes, além dos carnívoros que os predam, e uma grande diversidade de insetos.

### **SAVANAS**

Os biomas savânicos apresentam uma mescla de vegetação arbustivo-arbórea e vegetação herbácea, sendo que as herbáceas – dominadas por gramíneas – formam um “tapete” sobre o qual as lenhosas se distribuem esparsamente. Assim, a vegetação lenhosa e a herbácea mantêm um constante equilíbrio nas savanas: quando as lenhosas adensam, as herbáceas diminuem, e vice-versa, originando fisionomias mais abertas ou mais fechadas (com menor ou maior densidade de árvores e arbustos, respectivamente). As savanas ocorrem nas regiões tropical e sub-tropical da América do Sul, Austrália e África, onde o clima é marcado por um inverno ameno e seco, e verão quente e úmido, quando se concentram as chuvas. Uma estação seca e grande quantidade de gramíneas, que secam quando há deficiência hídrica, propiciam a ocorrência de fogo. Inúmeras adaptações ao fogo são então encontradas na flora e na fauna das savanas. Como é grande a disponibilidade de forragem (pasto), principalmente devido à dominância por gramíneas, a fauna é caracterizada por pastadores e seus predadores. As savanas africanas são famosas por suas manadas de antílopes, girafas, zebras e outros grandes herbívoros, bem como leões, leopardos, chitas (ou guepardos) e hienas, seus predadores. Na Austrália, os pastadores são representados principalmente por cangurus e, no Brasil, por insetos herbívoros, como veremos adiante.

### **DESERTOS**

São ambientes onde as chuvas são escassas e irregulares e, portanto, não são capazes de suportar grande biomassa vegetal. Ocorrem tanto nas regiões

tropicais quanto nas temperadas (Américas do Norte e Sul, África, Ásia e Austrália), podendo ser quentes ou frios. Como a umidade do ar é muito baixa, os desertos têm grande variação de temperatura durante o dia, mais que ao longo do ano. Poucos desertos são tão secos que não conseguem suportar vida, como o da Namíbia (África) e o de Atacama (Chile e Peru). Em geral, possuem plantas suculentas e espinhosas, como os cactos e alguns arbustos, que se distribuem espaçadamente, e são muito adaptadas a reter água e a evitar herbivoria. Os animais tendem a ser pequenos e também são muito adaptados ao ambiente seco e com grande oscilação térmica, destacando-se os artrópodes, répteis e aves de chão, além de roedores.

Até este ponto foram apresentados os biomas em escala continental. Entretanto, numa escala regional (mais detalhada), condições diferenciadas de solo ou posições no relevo podem alterar o padrão de ecossistema esperado para uma certa faixa climática e comunidades diferentes da “esperada” se desenvolvem. Por exemplo: num clima úmido e quente, na região tropical, esperamos encontrar floresta pluvial tropical. Entretanto, se nesse local existe uma montanha alta, provavelmente encontraremos floresta pluvial tropical somente no sopé da montanha. À medida que subimos a montanha, o padrão da vegetação (e a fauna associada) vai gradativamente mudando, pois o clima vai ficando mais frio. No topo da montanha, haverá um ecossistema com características diferentes da floresta pluvial tropical do sopé, podendo ser até mesmo um campo. Logo, os biomas se diferenciam também conforme faixas altitudinais.

## Biomas do Brasil

Apresentaremos agora os principais biomas brasileiros. É importante ressaltar que existem várias classificações para os biomas brasileiros, pois autores divergem nas interpretações. Por isso, você poderá encontrar algumas diferenças em relação à classificação aqui apresentada.

### **FLORESTA AMAZÔNICA**

É um exemplo típico de floresta pluvial tropical, com pluviosidade de 2.000-3.000 mm anuais. Localiza-se na região norte-noroeste do país, em relevo plano e baixas altitudes, em sua maior extensão. Por distribuir-se numa faixa equatorial (até cerca de 12° ao sul), as temperaturas médias apresentam pouca oscilação ao longo do ano (entre 25°C e 28°C). Sendo a região amazônica cortada por uma densa rede hidrográfica, parte de suas florestas permanece inundada por alguns meses (matas de várzea e de igapó). O restante da vegetação (matas de terra firme) organiza-se em 3-4 estratos arbóreos, sendo que as árvores mais altas chegam a 40-50m, destacando-se a castanheira e a seringueira. Lianas são freqüentes e as epífitas ocorrem principalmente nos topos das árvores. As matas inundáveis são mais baixas (20-30m) e mais abertas (ou seja, com poucos arbustos e herbáceas), tendo suas plantas diversas adaptações para sobreviver à inundação. A fauna predominante é arborícola – macacos, aves e muitos insetos – mas também adaptada à umidade. Esse bioma abriga a maior diversidade de seres vivos, tanto de animais quanto de plantas, no mundo todo.

### **FLORESTA ATLÂNTICA**

É uma floresta pluvial tropical costeira, pois distribui-se ao longo da cadeia montanhosa que margeia o oceano Atlântico (Serra do Mar), na porção leste do

País. Ao contrário da Floresta Amazônica, a Floresta Atlântica apresenta grande variação altitudinal, indo desde o nível do mar até cerca de 1.200 m de altitude, e também grande variação latitudinal, indo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Em consequência, apresenta também uma grande variação em temperatura em toda a sua extensão, mas as chuvas são abundantes (2.000-3.000 mm anuais). Por estar em relevo inclinado, a luz penetra lateralmente no interior da floresta, possibilitando uma grande quantidade de epífitas sobre os troncos das árvores e também um maior desenvolvimento dos estratos arbóreos inferiores (sub-bosque), conferindo a essa floresta diversos estratos arbóreos, tendo o mais alto 30-35 m de altura. Também neste bioma a diversidade biológica é enorme e atualmente se encontra seriamente ameaçada, já que apenas cerca de 7% da Floresta Atlântica ainda existe. Árvores importantes dessa floresta, muitas em processo de extinção, são: o pau-brasil, o jacarandá, o jequitibá, a peroba, o cedro. Muitas orquídeas e bromélias originárias dessa floresta também estão ameaçadas. A fauna predominante é também arborícola, com muitos macacos (o tão falado mico-leão-dourado é um deles), preguiças e aves; aparece também uma infinidade de anfíbios, répteis (serpentes, lagartos e jabutis) e também aves e mamíferos de solo. Entre estes últimos, estão cachorros e gatos-do-mato e a onça pintada, que é um predador de topo.

## **FLORESTA DE ARAUCÁRIAS**

Esse bioma situa-se nos estados do sul do Brasil, estendendo-se até o sul de Minas Gerais quando em altitudes elevadas (Serra da Mantiqueira). Isso porque é característico de clima úmido (1.300-1.500 mm anuais), com inverno frio. Há três estratos bem definidos de vegetação, sendo o superior constituído pelas coníferas brasileiras – araucária (*Araucaria angustifolia*) e pinho-bravo (*Podocarpus spp.*) – seguido por um estrato médio, onde são freqüentes os samambaias (ou xaxins), e um estrato herbáceo, com gramíneas. O pinhão, semente da araucária, fornece alimento abundante a muitos habitantes dessas florestas, como esquilos e diversas aves (papagaios, periquitos, galhas).

## **FLORESTA MESÓFILA**

Situa-se sobre planaltos da região sudeste do País, a oeste da Floresta Atlântica, sob clima úmido (1.000-1.400 mm anuais de chuva) e estacional. Na estação seca, entre 20 e 50% das espécies perdem as folhas. A vegetação atinge 20-30 m de altura, apresentando sub-bosque desenvolvido e, quando sobre solos férteis (terra-roxa), seu porte é maior. Essas matas, situadas na região mais densamente povoada do País, sofreram grande destruição devido à agricultura e exploração madeireira e hoje restam, na maior parte, matas secundárias, com flora e fauna empobrecidas.

## **CAATINGA**

Ocupando grande parte da região nordeste, a Caatinga ocorre em clima quente e seco, onde as chuvas são irregulares (500-700 mm anuais). Os solos são rasos e pedregosos, mas com fertilidade relativamente alta. A fisionomia mais característica da caatinga é de uma floresta seca, onde predominam árvores finas e que perdem todas as folhas na época mais seca do ano (caducifólias). Porém, conforme variações no relevo e na quantidade de chuvas, a caatinga pode também se apresentar como uma vegetação arbustiva e emaranhada, ou como um semi-deserto contendo muito cactos e bromélias, esparsamente distribuídos. Mas em qualquer desses tipos, são evidentes as adaptações da vege-



tação à falta de água, como suculência, espinhos, cutículas impermeáveis etc. Entre as plantas encontramos barrigudas, xique-xiques, mandacarus, além de aroeiras, umbuzeiros e juazeiros. A fauna é rica em artrópodes, lagartos e serpentes, tatus, preás e gambás. Vários deles são resistentes à seca, como artrópodes e répteis, ou fogem dela, como as aves migratórias.

## **CERRADO**

Ocorre como uma grande mancha na porção central do Brasil (é o segundo maior bioma brasileiro, só superado pela Floresta Amazônica) e em manchas esparsas nas regiões norte e sudeste. É característico de clima quente (o Cerrado não suporta geadas frequentes) e marcadamente estacional, sendo que as chuvas (800-1.300 mm anuais) concentram-se no verão. Os solos são pobres em nutrientes, lixiviados e muito ácidos. O bioma Cerrado constitui-se num mosaico de fisionomias que vão desde o campo limpo – que não possui elementos lenhosos – até o cerradão, que é um ecossistema florestal. Entre esses dois extremos, há todo um gradiente de fisionomias com diferentes densidades de plantas lenhosas e herbáceas. Nas fisionomias mais abertas, onde o estrato herbáceo é dominado por gramíneas, o fogo é comum na época seca, sendo evidentes muitas adaptações da biota ao fogo periódico. Animais típicos do cerrado são principalmente aqueles de áreas abertas, como o lobo-guará, veados, tatus e tamanduás, ema, gavião-carcará, além de muitos insetos, destacando-se os cupins e as formigas-cortadeiras, que são importantes herbívoros do cerrado. A diversidade biológica do cerrado é muito grande, apenas inferior à das florestas pluviais tropicais.

## **MATA DE COCAIS**

É uma mata de transição entre a Floresta Amazônica e a Caatinga, que ocorre principalmente no Maranhão e no Piauí, constituída por algumas espécies de palmeiras, predominando, a oeste, o babaçu (espécie da Floresta Amazônica) e, a leste, a carnaúba (espécie da Caatinga, onde o solo é mais úmido). Acredita-se que essa floresta de palmeiras seja secundária, originada pelo desmatamento da Floresta Amazônica, mas que já se encontra estabilizada como um bioma distinto. As aves do grupo dos papagaios, periquitos e araras são muito comuns nessas matas, além de macacos e roedores, que apreciam os cocos.

## **PANTANAL**

Ocorre na porção oeste do Brasil, sob clima semelhante ao do Cerrado, mas numa grande depressão do relevo, cortada por muitos rios. Na época chuvosa, os rios se enchem e essa depressão alaga, sendo esse alagamento o principal fator determinante de suas características. Há áreas periodicamente inundadas e aquelas que nunca inundam, com comunidades típicas em cada situação, além de muitas lagoas de água doce ou salobra. Nas áreas não-alagáveis, desenvolvem-se espécies do Cerrado e alguns elementos da Caatinga; nas áreas alagáveis, diversas espécies de palmeiras e gramíneas de locais úmidos ocorrem, e constituem importante fonte de alimento aos herbívoros nativos e também ao gado. O pantanal matogrossense na verdade representa uma mistura de biomas e, por isso, é considerado um complexo de biomas. A fauna é muito abundante e a grande quantidade de animais aquáticos (peixes, moluscos) fornece alimento a muitas aves e répteis. Na verdade trata-se de uma das faunas mais diversificadas do Brasil, incluindo também mamíferos grandes, como o veado.

## **PAMPAS (OU CAMPOS SULINOS)**

Esses campos gramíneos ocorrem predominantemente no Rio Grande do Sul, sob clima temperado e úmido (700-1.000 mm anuais), em solos mal drenados. Há um breve período de seca no verão, que pode favorecer a ocorrência de queimadas. Esse bioma, por ser muito utilizado como pasto natural, foi grandemente alterado por atividades pecuárias, principalmente, mas também para o cultivo agrícola. Nesse caso, grandes áreas de pampas foram drenadas e tiveram suas características alteradas, com perda na biota original.

## **MANGUEZAL**

Sob clima quente e úmido da costa litorânea e em locais de solo lodoso, na desembocadura de rios ou em baías protegidas, desenvolve-se o manguezal. É uma floresta baixa, formada por apenas três ou quatro espécies de árvores (três gêneros) que possuem adaptações à salinidade e à inundação diária, que se dá na maré alta. Além das árvores, há também epífitas e, à medida que a influência da maré fica menor, alguns arbustos e gramíneas ocorrem. Apesar de sua baixa riqueza florística, os manguezais são ecossistemas altamente produtivos, fornecendo alimento a muitas espécies (inclusive ao homem) e funcionam como importantes criadouros de crustáceos, peixes e moluscos, suportando uma grande riqueza faunística.

## **FORMAÇÕES COSTEIRAS**

Os ecossistemas litorâneos desenvolvem-se sobre a restinga, que é uma faixa arenosa e salina beirando o mar, de formação geologicamente recente. Esse bioma é formado por diferentes comunidades, que se distribuem em faixas, conforme a distância do mar (zonação). A vegetação de dunas fica mais próxima ao mar e possui plantas rasteiras, adaptadas aos ventos, ao solo móvel, à salinidade e à insolação intensa. Em solo já mais fixado, pode ocorrer uma vegetação arbustiva de folhas duras (pois a salinidade ainda é alta e danifica os tecidos foliares). A seguir, ainda sobre solo arenoso, ocorre a mata de restinga, que possui árvores baixas, muitas bromélias de solo e epífitas, além de orquídeas. Essas comunidades são fases iniciais ou transicionais do processo sucessional que levará à floresta pluvial tropical.

### **Atividade 3.1**

Discuta com seu professor ou com seus colegas:

- O babaçu, palmeira originária da Floresta Amazônica, tem baixo índice de germinação em ambiente sombreado, mas prolifera quando em ambiente aberto. A Mata de Cocais, onde essa palmeira é dominante, originou-se do desmatamento da Floresta Amazônica e, atualmente, essa floresta de palmeiras não reverteria mais à forma original. Discuta esse processo confrontando-o com o modelo clássico de sucessão ecológica.
- Muitos rios que alimentam os manguezais originam-se na Serra do Mar. Como, então, a destruição da Floresta Atlântica pode influir nos manguezais?
- A taiga é vista como um grande depósito de  $\text{CO}_2$  e acredita-se que sua destruição elevaria ainda mais o nível desse gás na atmosfera, acentuando os problemas advindos do efeito estufa. Por que ela é vista assim?

- As árvores das florestas temperadas decíduas e as da Caatinga perdem todas as folhas em determinada época do ano. Por que essa mesma estratégia poderia estar ocorrendo nesses ambientes totalmente diferentes?
- Por que a camada de folheto é espessa na taiga e fina na floresta pluvial tropical? Explique os processos de utilização de nutrientes em ambos os casos.
- Por que as pastagens implantadas em áreas desmatadas de Floresta Amazônica se esgotam em poucos anos? Qual seria o tipo de agricultura sustentável para essa região?
- Quais seriam as características comuns e diferentes entre a Floresta Amazônica e a Atlântica?
- Você vê alguma relação entre os solos pedregosos e rasos da Caatinga e o clima da região? Por que esse tipo de solo acentua a falta de água para as plantas?
- Você sabe por que a Caatinga, que significa mata-branca, recebeu esse nome?
- Monte uma tabela com os biomas brasileiros apresentados acima e sua correspondência com os biomas mundiais. Essa correspondência é direta? Por quê?

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. José Mariano Amabis por permitir a reprodução de diversas figuras provenientes de seu livro *Conceitos de Biologia* (vol. 3, Editora Moderna, 2001).

## Sobre os autores

### ***Vânia Pivello***

Professora livre-docente do Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, USP, nas áreas de Conservação Biológica e Ecologia Vegetal; mestre pela Universidade de São Paulo e PhD pela Universidade de Londres.

### ***Sérgio Rosso***

Professor doutor do Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, USP, nas áreas de Ecologia Animal e Ecologia Marinha; mestre e doutor pela Universidade de São Paulo.



# Anotações

# Anotações

# Anotações